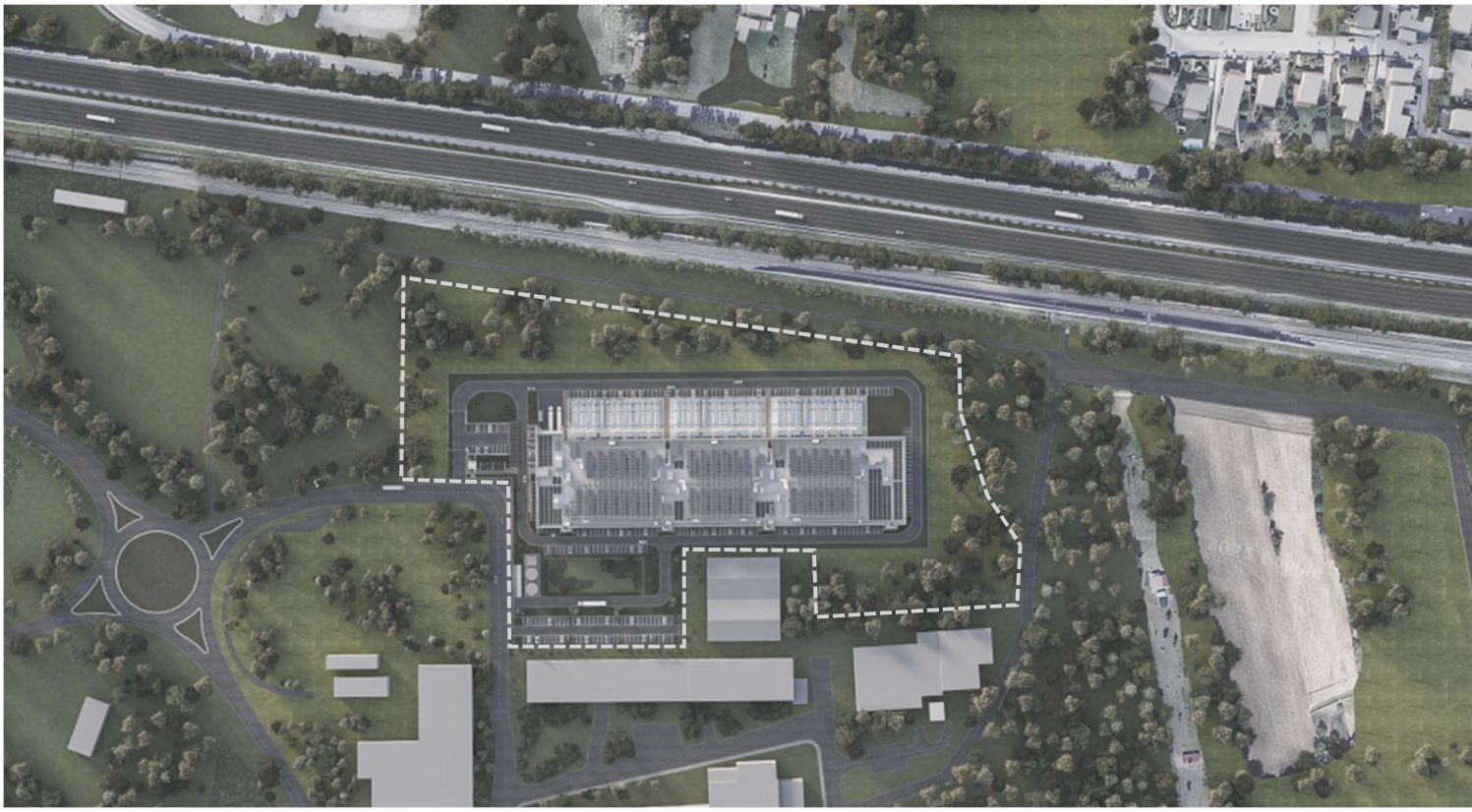
HSMXP1 – Campus Sedriano

Progetto per un nuovo Data Center in via Luigi Galvani a Sedriano, MI, Italy



HSMXP1SDR_ARC15.1

TITOLO DEL DOCUMENTO:

Relazione di calcolo delle strutture

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale per l'installazione di gruppi elettrogeni di emergenza con potenza maggiore di 150 MWt

D.Lgs 152/2006, Titolo III.

D.Lgs 152/2006, art. 2, Allegato II, alla parte seconda – progetti di competenza statale.

DATA:

8 maggio 2026

NOME FILE:

HSMXP1SDR_ARC15.1.pdf

AUTORE:

SPS s.r.l. – Ing. Arturo Donadio e Ing. Antonio Condello

FIRMA DIGITALE:

Ing. Arturo Donadio
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri di Milano al n. 13575
Ing. Antonio Condello
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Milano al n. 35201

ARTURO FRANCO LUIGI DONADIO
18.05.2026 11:50:29 GMT+01:00

INGEGNERE ANTONIO CONDELLO
18.05.2026 12:08:41 GMT+02:00

PROGETTO:	HS MXP1 SDR
INDIRIZZO:	Via Luigi Galvani S/N, Sedriano, MI, Italy
TITOLO DOCUMENTO:	Relazione di calcolo delle strutture
DESCRIZIONE	Relazione di calcolo
IDENTIFICATORE:	HSMXP1SDR_ARC15.1
AUTORE:	SPS s.r.l. – Ing. Arturo Donadio e Ing. Antonio Condello
DATA:	08/05/2026
REVISIONE:	REV.00
CARTELLA VIA:	

PROPONENTE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
PROPRIETÀ DELLE AREE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
SVILUPPATORE:	**HSCALE**

Lombardini22 Spa
Via Lombardini 22
20143, Milano
+39 02 36596200
lombardini22@legalmail.it
www.lombardini22.com
Azienda certificata ISO 9001:201
Certif. n. 50 100 8319 da TUV Italia

Studio Tecnico Castelli s.r.l.
Via prof. Monteggia 38
21014 – Laveno Mombello (VA)
+39 0332 651693
info@pec.studiotecnicocastelli.eu
www.studiotecnicocastelli.eu

Black & White Engineering
Office No. 1801
Marina Plaza
Dubai Marina
PO Box 27793
+971 4 365 2228
www.bw-engineering.com

© Il presente documento è di proprietà esclusiva. è vietata la riproduzione o comunicazione a terzi del contenuto senza preventiva autorizzazione.

L22DC

HSCALE
25 Soho Square, London W1D 3QR
+44 20 3334 8385
info@hscaledc.com

MXP1, Progetto Nuovo Data Center in Sedriano
Via Galvani
20018 Sedriano, Italy

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE PER L'INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI DI EMERGENZA CON POTENZA MAGGIORE DI 150 MWT
D.Lgs 152/2006, Titolo III.
D.Lgs 152/2006, art. 2, Allegato II, alla parte seconda – progetti di competenza statale.

Relazione di calcolo delle strutture

Documento
HSMXP1SDR_ARC15.1_Relazione di calcolo delle strutture

Data
8 Maggio 2026

Revisione
REV.00

Il tecnico
Ing. Arturo Donadio
Ing. Antonio Condello

INDICE

1. INTRODUZIONE 5
2. NORME DI RIFERIMENTO 7
3. PROPRIETÀ MATERIALI 8
4. CARICHI DI PROGETTO 9
4.1 Neve 10
4.2 Vento 10
4.3 Resistenza al fuoco 11
4.4 Variazioni termiche 11
4.5 Azione sismica 12
5. COMBINAZIONE DI CARICO 14
6. LAYOUT STRUTTURALE E SISTEMA DI RESISTENZA LATERALE 24
7. REQUISITI STRUTTURALI PER MEP 26
8. MODELLO GEOTECNICO 27
9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE DI CALCOLO 29
9.1 Affidabilità dei risultati 29
9.2 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità 29
10. CRITERI DI VALUTAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI 30
10.1 Verifiche a pressoflessione allo SLU(c.a./c.a.p) 30
10.2 Verifica a taglio(c.a.) 30
10.3 Verifica a punzonamento 30
10.4 Verifiche SLE tensioni e fessurazioni 33
10.5 Verifica elementi in acciaio 34
10.6 Verifiche geotecniche 34
11. MODELLAZIONE STRUTTURALE 35
11.1 Analisi dinamica lineare 36
11.2 Fondazioni 38
12. PROGETTAZIONE DI ELEMENTI PREFABBRICATI 40
13. DATA HALL 51
13.1 Analisi modale 51
13.2 Effetti del secondo ordine 54
13.3 Forze interne allo SLU 55
13.4 Spostamenti SLV – Azione sismica 58

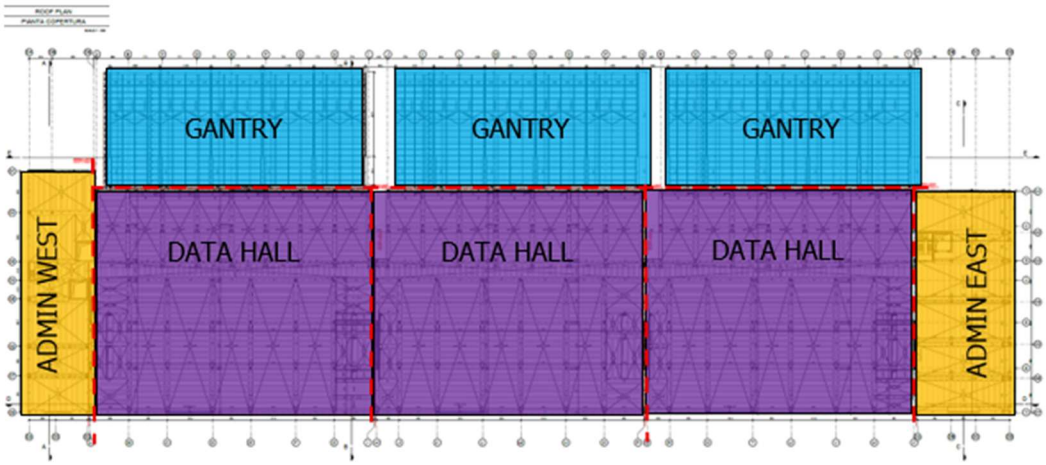
13.5 Forze interne – azione sismica 59
13.6 Verifica di operatività (RIG) 61
13.7 Requisiti relativi al vento 64
13.8 Verifica di resistenza 65
13.9 Copertura gantry in acciaio: forze interne SLU/SLV 70
13.10 Copertura gantry in acciaio: Verifica di resistenza/deformazione 72
14. UFFICI OVEST 86
14.1 Analisi Modale 86
14.2 Effetti del secondo ordine 88
14.3 Requisiti relativi al vento 89
14.4 Forze interne allo SLU 91
14.5 Spostamenti SLV - azione sismica SLV 95
14.6 Spostamenti SLV - azione sismica SLV 96
14.7 Verifica di operatività (RIG) 99
14.8 Verifica di resistenza 101
15. UFFICIO EST 104
15.1 Analisi modale 104
15.2 Effetti del secondo ordine 106
15.3 Requisiti relativi al vento 107
15.4 Forze interne SLU 108
15.5 Spostamenti SLV - azione sismica SLV 112
15.6 Forze interne – Azione sismica SLV 113
15.7 Verifica di operatività (RIG) 116
15.8 Verifica di resistenza 118
16. GANTRY ESTERNO 121
16.1 Analisi modale 122
16.2 Effetti del secondo ordine 124
16.3 Forze interne SLU 125
16.4 Spostamenti SLV - Azione sismica SLV 130
16.5 Forze interne – Azione sismica SLV 131
16.6 Verifica di Operatività (RIG) 135
16.7 Verifica di resistenza 137
17. FONDAZIONI 140

17.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA 140
17.2 VERIFICHE GEOTECNICHE 154
17.2.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE 154
17.2.2 VERIFICA CEDIMENTI 160
17.3 Verifiche strutturali Data hall/uffici 163
17.3.1 Plinto h=1 (data hall/ufficio) 165
17.3.2 Plinto compreso controvento (data hall) e pareti in c.a. (ufficio) 172
17.3.3 Fondazione h=1m compreso nuclei in c.a.(uffici ovest) 179
17.3.4 Fondazione h=1m compreso nuclei in c.a. (uffici est) 187
17.3.5 Fondazione con spessore 30cm (data hall/uffici) 195
17.4 Verifiche strutturali gantry esterno 207
17.4.1 Plinto h=0.5m 209
17.4.2 Platea con spessore di 20cm 217
18. SCALE ESTERNE IN ACCIAIO 224
19. TETTOIA IN ACCIAIO PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI 239

1. INTRODUZIONE

La presente relazione concerne il RIBA 3 delle strutture relative al nuovo complesso di data center da realizzare nel comune di Sedriano (MI).

La planimetria è riportata di seguito.



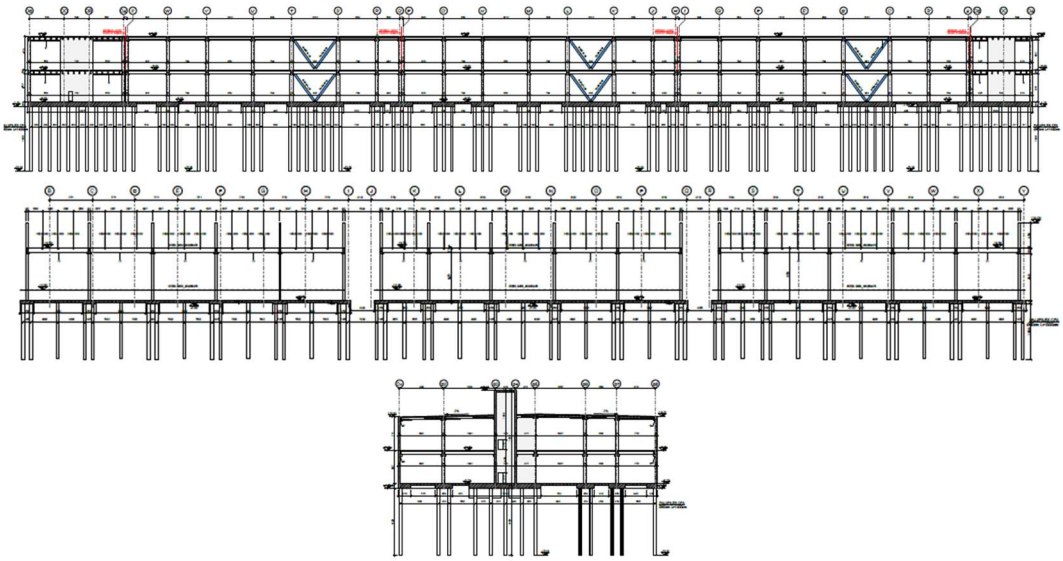
Layout piano terra

Il complesso comprende:

- Data hall 3x 64m x 50m (two-story);
- Blocco uffici "OVEST" building 14m x 55m (two-story);
- Blocco uffici "EST" building 21m x 50m (two-story);
- Gantry esterni 3x 58m x 26m (two-story);

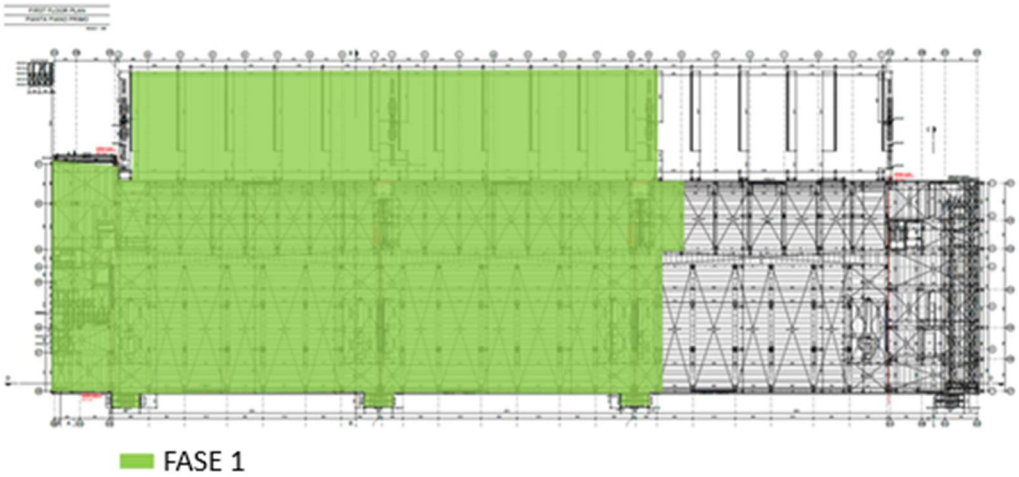
Per tutti gli edifici sono previste strutture prefabbricate in calcestruzzo.
Per quanto riguarda l'azione orizzontale, per ogni edificio della data hall si propongono colonne isostatiche incastrate alle fondazioni e n. 4 controventi in acciaio per ogni direzione orizzontale. Per quanto riguarda gli uffici e il gantry esterno, si prevedono pareti prefabbricate in c.a.

I giunti sismici sono previsti tra gli edifici, come evidenziato in rosso nella figura sopra.



Sezioni

Il complesso sarà costruito in due diverse fasi di costruzione, come evidenziato nella figura sottostante. La fondazione sarà invece realizzata in un'unica fase.



2. NORME DI RIFERIMENTO

I calcoli riportati nella presente relazione sono stati eseguiti secondo il metodo degli Stati Limite, in conformità con le seguenti norme/leggi:

- DPR 06.06.2001 n° 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" modificato e integrato ai sensi del D. Lgs 27.12.2002 n° 301.
- D.M. 17.01.2018: "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- CNR-DT 207 R1/2018: "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".
- CNR-DT 211/2014: "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo".

Ove non in contrasto con le norme sopra indicate, è potrà fare riferimento a:

- UNI EN 1992-1-1 (2005) "Eurocode 2: Progettazione di strutture in calcestruzzo - Part 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".
- UNI EN 1998-1 (2007) "Eurocode 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici".
- UNI EN 1997-1 (2005) "Eurocode 7: Progettazione geotecnica – Part 1: regole generali".
- UNI EN 1993-1-1 (2005) "Eurocode 3: Progettazione di strutture in acciaio - Part 1-1 Regole generali e regole per gli edifici".
- D.M. 31.07.2012 "Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici".

3. PROPRIETÀ MATERIALI

<u>Calcestruzzo fondazioni</u>	
Classe	C35/45
Classe di esposizione	XC2
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd} = 21.17 MPa
<u>Calcestruzzo per pareti e solai</u>	
Classe	C35/45
Classe di esposizione	XC3
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd} = 21.17 MPa
<u>Calcestruzzo per elementi prefabbricati</u>	
Classe	C45/55
Classe di esposizione	XC1
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd} = 25.86 MPa
<u>Calcestruzzo per pareti prefabbricate</u>	
Classe	C35/45
Classe di esposizione	XC4
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd} = 21.17 MPa
<u>Acciaio da c.a (armatura lenta)</u>	
Acciaio di tipo	B450C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq$ 540.00 MPa
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq$ 450.00 MPa
Resistenza di progetto	f_{pd} = 391.3 MPa
<u>Trefoli in acciaio armonico</u>	
Tensione caratteristica all'1% di deformazione	$f_{p(1)k}$ = 1670 MPa
Tensione caratteristica di rottura	f_{ptk} = 1860 MPa
Resistenza di progetto	f_{pd} = 1452.2 MPa
<u>Acciaio da carpenteria metallica</u>	
Acciaio di tipo	S355
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq$ 510 MPa
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq$ 355.00 MPa
Resistenza di progetto	f_{yd} = 338.1 MPa

4. CARICHI DI PROGETTO

Codici

Carichi	NTC18 basato sugli Eurocodici

Fattore di sicurezza (fattore parziale allo stato limite ultimo)

Carichi permanenti	1.3
Carichi variabili	1.5

In particolare:

- Il carico permanente sovrapposto comprende il soffitto, i carichi sospesi e le finiture;
- Il carico variabile comprende il peso delle attrezzature, il carico di manutenzione e le pareti divisorie.

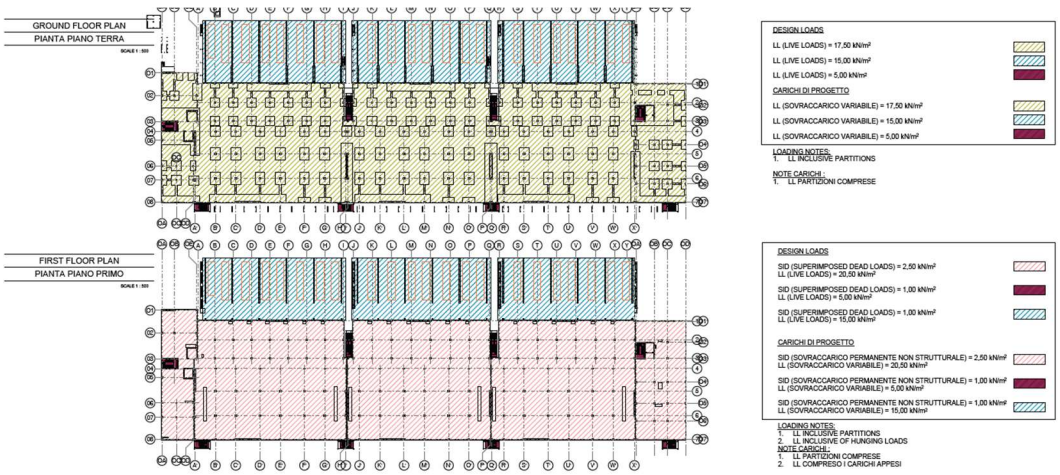
Le capacità strutturali dell'edificio saranno adeguate al peso e alla disposizione dei rack dei server e delle apparecchiature, come definito dalle operazioni del committente. Nelle aree in cui sono previsti carichi pesanti (rack), non sono previsti pavimenti sospesi.

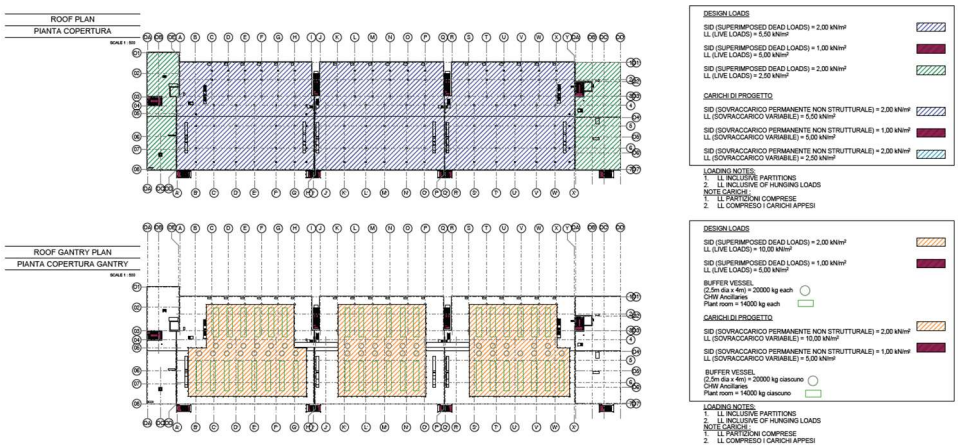
1.1. Carichi verticali

Il peso dei materiali è uguale:

- Acciaio γ_a = 78.5 kN/m^3
- Calcestruzzo armato γ_c = 25.0 kN/m^3

Nella seguente figura sono riportate le piante carichi.





Per le facciate è stato ipotizzato:

- Pannelli prefabbricati in calcestruzzo orizzontali: 4.0 kN/m^2.

4.1 Neve

Per il Comune di Sedriano sono previsti i seguenti parametri:

- Altitudine del sito a_s = 145m s.l.m.
- Carico neve al suolo: q_{sk} = 1.50 kN/m^2 (Zona I-Mediterranea, a_s < 200 m s.l.m.)
- Coefficiente di forma: μ_1 = 0,8 (inclinazione falde $0 \leq \alpha \leq 30°$).
- Coefficiente termico: C_t = 1,0.
- Coefficiente di esposizione: C_E = 1.

In accordo al DM 17.01.2018, con tali parametri il carico da neve sulle strutture è pari a:
$q_s = \mu_1 \times q_{sk} \times C_t \times C_E$ = 1.20 kN/m^2

4.2 Vento

Le pressioni del vento sono calcolate in conformità con la normativa vigente:
- Zona 1: Lombardia.
- Classe di rugosità del terreno C.
- Categoria di esposizione III
- Tempo di ritorno T_R = 50 years.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \times c_e \times c_p \times c_d$$

q_b è la pressione cinetica di riferimento;
c_e è il coefficiente di esposizione;
c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali; valutato in accordo all'appendice L del CNR DT207 R1/2018 (cd=0.8 applicato solo al vento impattante sull'edificio, per le barriere acustiche cd=1.0)
Essendo l'altitudine sul livello del mare del sito dove sorge la costruzione inferiore ad a0 = 1000 m s.l.m., la velocità di riferimento è:

$$v_r = v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

Quindi, la pressione cinetica di riferimento risulta essere:

$$q_b = 0.5 \times \rho \times v_b^2 = 390.63 \text{ N/m}^2 \ (\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3\text{, densità dell'aria})$$

Fissata la classe di rugosità del terreno e la classe di esposizione del sito, è possibile individuare i parametri che definiscono il coefficiente di esposizione, quali:

$$k_r = 0.20$$
$$z_0 = 0.10 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5.0 \text{ m}$$

Il coefficiente di esposizione ce, funzione dell'altezza z sul suolo del punto considerato, è stato valutato mediante le seguenti espressioni:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$
$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

Il coefficiente di topografia (c_t) è stato assunto nel caso in esame pari ad 1.
I coefficienti aerodinamici sono stati calcolati in accordo ai paragrafi C3.3.8 della circolare n.7/2019 per gli edifici. Invece, per le barriere acustiche/muri, si è fatto riferimento all'appendice G.5 del CNR DT207 R1/2018.

4.3 Resistenza al fuoco

- Resistenza al fuoco per data hall: allineamenti 1÷3 R120'; allineamenti 3÷7 R90';
- Resistenza al fuoco per uffici: R60';
- Resistenza al fuoco per gantry GE: R120';
- Resistenza al fuoco delle strutture gantry in acciaio per copertura: R15';
- Resistenza al fuoco per pannelli prefabbricati per facciate: RE I60'.

(*) Secondo il paragrafo 3.6.1.5.1 NTC18 per le strutture gantry GE, si fa riferimento alla curva nominale degli idrocarburi.

4.4 Variazioni termiche

In conformità al paragrafo 3.5.5 della NTC18, si considerano le seguenti variazioni termiche uniformi:
- per strutture in calcestruzzo esposte +/-15°C;
- per strutture in calcestruzzo non esposte +/-10°C;
- per le strutture in acciaio a esposte +/-25°C.
- per strutture in acciaio non esposte +/-15°C

4.5 Azione sismica

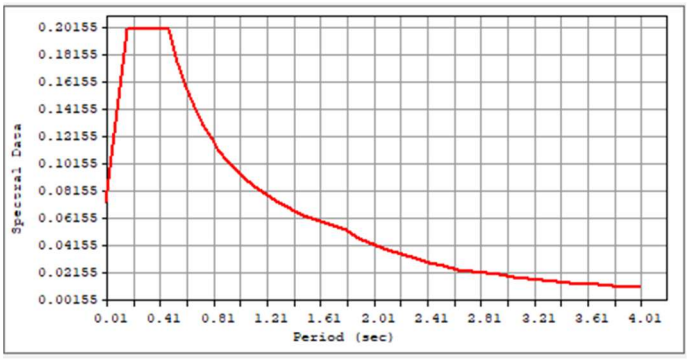
Ai sensi del Decreto Ministeriale 17.01.2018 tutti i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica sono definiti in base alle coordinate geografiche del sito, alle caratteristiche del terreno, alla destinazione d'uso della struttura e alla probabilità di superamento associata a un determinato stato limite.
Il sito in questione viene identificato effettuando una ricerca per coordinate.

Regione:	Lombardia
Comune:	Sedriano (MI)
Longitudine:	8.96973
Latitudine:	45.50229
Vita nominale:	V_N = 50 anni
Classe d'utilizzo IV:	C_u = 2.0
Categoria del sottosuolo:	Cat. C
Categoria topografica:	T1

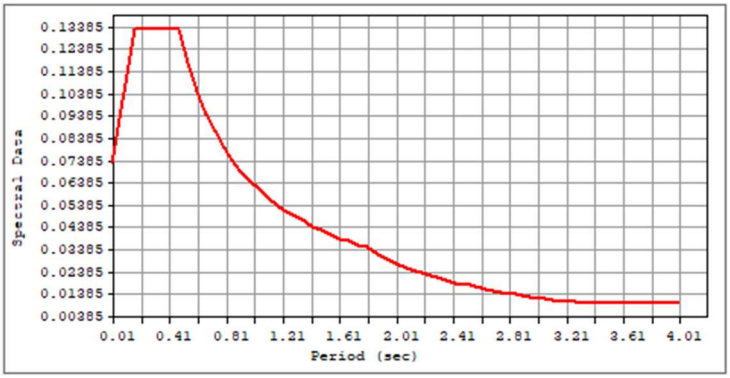
- Operatività (SLO) → T_R = 60 years;
- Resistenza (SLV) → T_R = 949 years.

Per quanto riguarda il fattore di comportamento, si ipotizza un comportamento non dissipativo per tutte le strutture. Nello specifico, q=1,5 per i data hall e q=1 per i gantry esterni GE e gli uffici (struttura deformabile torsionalmente).

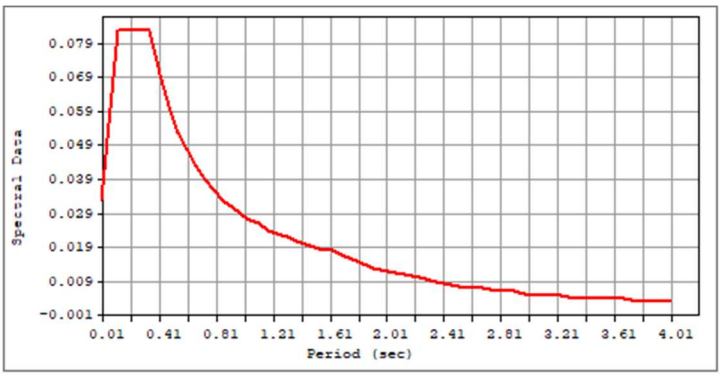
Con riferimento alla data hall, secondo il paragrafo 7.3.1 NTC, la struttura è stata classificata come "struttura con controventatura eccentrica" ($\alpha u/\alpha 1 = 4.0; kR = 0.8$) → $q_{ND} = 2/3 \cdot 0.8 \cdot 4 = 2.13$ → q=1.5 è assunto.



Spettro elastico SLV (q=1)



Spettro elastico SLV (q=1.5)



Spettro elastico SLO

In termini di rigidità, i controlli vengono effettuati rispetto allo SLO; la resistenza degli elementi strutturali rispetto allo SLV.

In conformità al paragrafo 7.3.6.1 della NTC18, si ipotizza il seguente limite di spostamento tra i piani:

$$d_{rp} \leq 0.0033 \times h$$

essendo d_{rp} lo spostamento relativo medio tra i piani e h l'altezza tra i piani. Considerando l'ultimo paragrafo del paragrafo 7.3.6.1 del NTC18, il limite massimo drp ≤ 0,005 x h è assunto per garantire la capacità di movimento di tutti i sistemi secondari senza verifica esplicita. Si noti che la struttura gantry non presenta elementi di tamponamento.

5. COMBINAZIONE DI CARICO

Stato Limite Ultimo con azioni statiche

$F_d = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_Q \times [Q_{k1} + \Sigma\psi_{0,i} \times Q_{k,i}]$

$\gamma_{G1} = 1.3$ per il peso proprio degli elementi strutturali
($\gamma_{G1} = 1,0$ se il contributo è a favore di sicurezza);

$\gamma_{G2} = 1.5$ per le azioni permanenti
($\gamma_{G2} = 0.8$ se il contributo è a favore di sicurezza);

$\gamma_Q = 1.5$ per le azioni variabili
($\gamma_Q = 0$ se il loro contributo è a favore di sicurezza);

$\psi_{0,i} = 0.5$ per carico neve;
$\psi_{0,i} = 1.0$ per carichi variabili cat. E;
$\psi_{0,i} = 0,6$ per azione del vento;
$\psi_{0,i} = 0.6$ per variazioni termiche.

Combinazione rara:
$F_d = E + G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Sigma\psi_{0,i} \times Q_{k,i}$

Combinazione frequente:
$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \psi_{1,i}\, Q_{k1} + \Sigma\psi_{0,i} \times Q_{k,i}$
$\psi_{1,i} = 0.2$, $\psi_{2,i} = 0.0$ per carico neve;
$\psi_{1,i} = 0.9$, $\psi_{2,i} = 0.8$ per carichi variabili cat. E;
$\psi_{1,i} = 0.2$, $\psi_{2,i} = 0.0$ per azione del vento;
$\psi_{1,i} = 0.5$, $\psi_{2,i} = 0.0$ per variazioni termiche.

Combinazione quasi permanente
$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \Sigma\psi_{2,i} \times Q_{k,i}$

Combinazione Sismica:
$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \Sigma\psi_{2,i} \times Q_{k,i}$

Combinazione eccezionale:
$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \Sigma\psi_{2,i} \times Q_{k,i} + A_d$

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

A titolo esemplificativo, di seguito è riportato un elenco delle combinazioni di carico per gli uffici.

```
+==============================================================+
|  MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software)      |
|  midas Gen - Load Combinations                               |
|                                              (c)SINCE 1989   |
+==============================================================+
|  MIDAS Information Technology Co.,Ltd.          (MIDAS IT)    |
|  Gen 2026                                                    |
+==============================================================+
```

```
LIST OF LOAD COMBINATIONS
==================================================================================================
NUM  NAME          ACTIVE              TYPE
                LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR)
==================================================================================================
1    SLU0          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 1.500)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
2    SLU1          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 1.500) +              VENTO X( 0.900) +                   T+( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
3    SLU2          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 1.500) +              VENTO X( 0.900) +                   T-( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
4    SLU3          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 1.500) +              VENTO Y( 0.900) +                   T+( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
5    SLU4          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 1.500) +              VENTO Y( 0.900) +                   T-( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
6    SLU5          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO X( 1.500) +                   T+( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
7    SLU6          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO X( 1.500) +                   T-( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
8    SLU7          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO Y( 1.500) +                   T+( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
9    SLU8          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO Y( 1.500) +                   T-( 0.900)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
10   SLU9          Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO X( 0.900) +                   T+( 1.500)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
11   SLU10         Active              Add
                     G1( 1.300) +                   G2( 1.500) +                 Q(E)( 1.500)
 +                  NEVE( 0.750) +              VENTO Y( 0.900) +                   T+( 1.500)
--------------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
12   SLU11         Active            Add
                     G1( 1.300) +                  G2( 1.500) +                Q(E)( 1.500)
 +                 NEVE( 0.750) +             VENTO X( 0.900) +                  T-( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
13   SLU12         Active            Add
                     G1( 1.300) +                  G2( 1.500) +                Q(E)( 1.500)
 +                 NEVE( 0.750) +             VENTO Y( 0.900) +                  T-( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
14   SLU13         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO X( 1.500)
 +                   T+( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
15   SLU14         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO X( 1.500)
 +                   T-( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
16   SLU15         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO Y( 1.500)
 +                   T+( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
17   SLU16         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO Y( 1.500)
 +                   T-( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
18   SLU17         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO X( 0.900)
 +                   T+( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
19   SLU18         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO Y( 0.900)
 +                   T+( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
20   SLU19         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO X( 0.900)
 +                   T-( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
21   SLU20         Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 0.800) +             VENTO Y( 0.900)
 +                   T-( 1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
22   SLE QP        Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                Q(E)( 0.800)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
23   SLV1          Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +               SLV Y( 0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
24   SLV2          Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +               SLV Y( 0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
25   SLV3          Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +               SLV Y( 0.300) +               SLV X(-1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
26   SLV4          Active            Add
                     G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +               SLV Y( 0.300) +               SLV X(-1.000)
```

```
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
27   SLV5          Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300) +                 SLV X( 1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
28   SLV6          Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300) +                 SLV X( 1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
29   SLV7          Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300) +                 SLV X(-1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
30   SLV8          Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300) +                 SLV X(-1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
31   SLV9          Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X( 0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
32   SLV10         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X(-0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
33   SLV11         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X( 0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
34   SLV12         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X( 0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X(-0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
35   SLV13         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X(-0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
36   SLV14         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X( 0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
37   SLV15         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X(-0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
38   SLV16         Active              Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +                SLV Y( 1.000) +                 SLV X( 0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
```

```
-----------------------------------------------------------------------------------------------
39   SLV17         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y(-0.300) +               SLV X(-1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
40   SLV18         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y(-0.300) +               SLV X(-1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
41   SLV19         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y(-0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
42   SLV20         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y(-0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
43   SLV21         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y( 0.300) +               SLV X(-1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
44   SLV22         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y( 0.300) +               SLV X(-1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
45   SLV23         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y( 0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
46   SLV24         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-1.000) +              SLV Y( 0.300) +               SLV X( 1.000)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
47   SLV25         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +              SLV Y(-1.000) +               SLV X(-0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
48   SLV26         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +              SLV Y(-1.000) +               SLV X( 0.300)
 +                SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
49   SLV27         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +              SLV Y(-1.000) +               SLV X(-0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
50   SLV28         Active            Add
                     G1( 1.000) +                 G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLV X(-0.300) +              SLV Y(-1.000) +               SLV X( 0.300)
 +                SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
51   SLV29          Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLV X( 0.300) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                 SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
52   SLV30          Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLV X( 0.300) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                 SLV Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
53   SLV31          Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLV X( 0.300) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                 SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
54   SLV32          Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLV X( 0.300) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                 SLV Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
55   SLO1           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                 SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
56   SLO2           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                 SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
57   SLO3           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                 SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
58   SLO4           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                 SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
59   SLO5           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                 SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
60   SLO6           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                 SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
61   SLO7           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                 SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
62   SLO8           Active             Add
                      G1( 1.000) +                  G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                 SLO X( 1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                 SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
63   SLO9           Active             Add
```

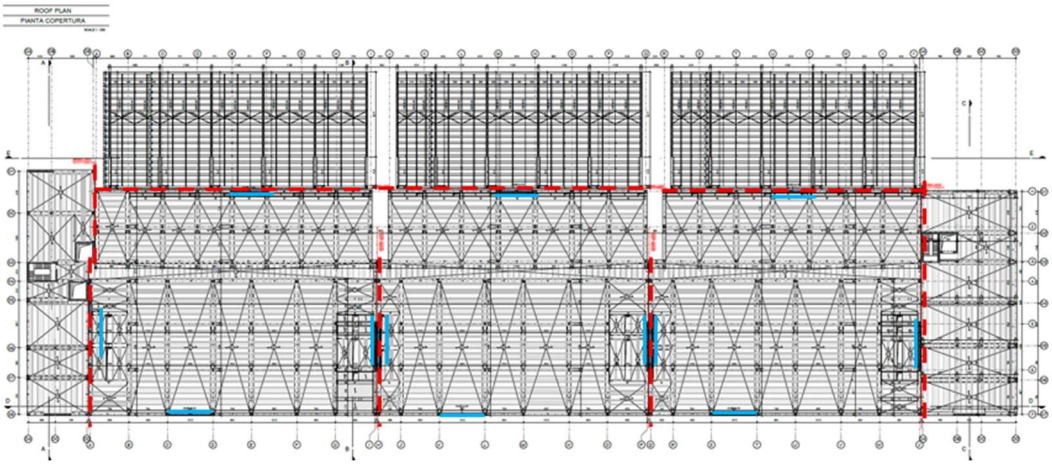
```
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
64   SLO10         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
65   SLO11         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
66   SLO12         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
67   SLO13         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
68   SLO14         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
69   SLO15         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
70   SLO16         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y( 1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
71   SLO17         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
72   SLO18         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
73   SLO19         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
74   SLO20         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y(-0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
75   SLO21         Active             Add
                    G1( 1.000) +                    G2( 1.000) +                  Q(E)( 0.800)
```

```
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
76   SLO22         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X(-1.000)
 +                SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
77   SLO23         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                SLO Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
78   SLO24         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-1.000) +                SLO Y( 0.300) +                SLO X( 1.000)
 +                SLO Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
79   SLO25         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
80   SLO26         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
81   SLO27         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
82   SLO28         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X(-0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
83   SLO29         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
84   SLO30         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
85   SLO31         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X( 0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
86   SLO32         Active             Add
                     G1( 1.000) +                   G2( 1.000) +                 Q(E)( 0.800)
 +                SLO X( 0.300) +                SLO Y(-1.000) +                SLO X(-0.300)
 +                SLO Y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
87   ENV SLU       Active             Envelope
                    SLU0( 1.000) +                 SLU1( 1.000) +                 SLU2( 1.000)
 +                  SLU3( 1.000) +                 SLU4( 1.000) +                 SLU5( 1.000)
```

```
 +                SLU6( 1.000) +                 SLU7( 1.000) +                 SLU8( 1.000)
 +                SLU9( 1.000) +                SLU10( 1.000) +                SLU11( 1.000)
 +               SLU12( 1.000) +                SLU13( 1.000) +                SLU14( 1.000)
 +               SLU15( 1.000) +                SLU16( 1.000) +                SLU17( 1.000)
 +               SLU18( 1.000) +                SLU19( 1.000) +                SLU20( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
88   ENV SLV      Active             Envelope
                  SLV1( 1.000) +                 SLV2( 1.000) +                 SLV3( 1.000)
 +                SLV4( 1.000) +                 SLV5( 1.000) +                 SLV6( 1.000)
 +                SLV7( 1.000) +                 SLV8( 1.000) +                 SLV9( 1.000)
 +               SLV10( 1.000) +                SLV11( 1.000) +                SLV12( 1.000)
 +               SLV13( 1.000) +                SLV14( 1.000) +                SLV15( 1.000)
 +               SLV16( 1.000) +                SLV17( 1.000) +                SLV18( 1.000)
 +               SLV19( 1.000) +                SLV20( 1.000) +                SLV21( 1.000)
 +               SLV22( 1.000) +                SLV23( 1.000) +                SLV24( 1.000)
 +               SLV25( 1.000) +                SLV26( 1.000) +                SLV27( 1.000)
 +               SLV28( 1.000) +                SLV29( 1.000) +                SLV30( 1.000)
 +               SLV31( 1.000) +                SLV32( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
89   ENV SLO      Active             Envelope
                  SLO1( 1.000) +                 SLO2( 1.000) +                 SLO3( 1.000)
 +                SLO4( 1.000) +                 SLO5( 1.000) +                 SLO6( 1.000)
 +                SLO7( 1.000) +                 SLO8( 1.000) +                 SLO9( 1.000)
 +               SLO10( 1.000) +                SLO11( 1.000) +                SLO12( 1.000)
 +               SLO13( 1.000) +                SLO14( 1.000) +                SLO15( 1.000)
 +               SLO16( 1.000) +                SLO17( 1.000) +                SLO18( 1.000)
 +               SLO19( 1.000) +                SLO20( 1.000) +                SLO21( 1.000)
 +               SLO22( 1.000) +                SLO23( 1.000) +                SLO24( 1.000)
 +               SLO25( 1.000) +                SLO26( 1.000) +                SLO27( 1.000)
 +               SLO28( 1.000) +                SLO29( 1.000) +                SLO30( 1.000)
 +               SLO31( 1.000) +                SLO32( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
90   ENV SLU/SLV  Active             Envelope
                  SLU0( 1.000) +                 SLU1( 1.000) +                 SLU2( 1.000)
 +                SLU3( 1.000) +                 SLU4( 1.000) +                 SLU5( 1.000)
 +                SLU6( 1.000) +                 SLU7( 1.000) +                 SLU8( 1.000)
 +                SLU9( 1.000) +                SLU10( 1.000) +                SLU11( 1.000)
 +               SLU12( 1.000) +                SLU13( 1.000) +                SLU14( 1.000)
 +               SLU15( 1.000) +                SLU16( 1.000) +                SLU17( 1.000)
 +               SLU18( 1.000) +                SLU19( 1.000) +                SLU20( 1.000)
 +                SLV1( 1.000) +                 SLV2( 1.000) +                 SLV3( 1.000)
 +                SLV4( 1.000) +                 SLV5( 1.000) +                 SLV6( 1.000)
 +                SLV7( 1.000) +                 SLV8( 1.000) +                 SLV9( 1.000)
 +               SLV10( 1.000) +                SLV11( 1.000) +                SLV12( 1.000)
 +               SLV13( 1.000) +                SLV14( 1.000) +                SLV15( 1.000)
 +               SLV16( 1.000) +                SLV17( 1.000) +                SLV18( 1.000)
 +               SLV19( 1.000) +                SLV20( 1.000) +                SLV21( 1.000)
 +               SLV22( 1.000) +                SLV23( 1.000) +                SLV24( 1.000)
 +               SLV25( 1.000) +                SLV26( 1.000) +                SLV27( 1.000)
 +               SLV28( 1.000) +                SLV29( 1.000) +                SLV30( 1.000)
 +               SLV31( 1.000) +                SLV32( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

6. LAYOUT STRUTTURALE E SISTEMA DI RESISTENZA LATERALE

Nella figura seguente sono indicate la posizione del giunto sismico (evidenziato in rosso) e i controventi diagonali (evidenziate in blu).



Giunti sismici e controventi diagonali

La struttura è composta da tre diverse unità strutturali: data hall, ufficio e gantry, che sono strutturalmente indipendenti e separate l'una dall'altra da giunti sismici.

Ogni modulo è caratterizzato da diversi sistemi di controventatura. Nella data hall, il sistema è costituito da controventi a V in acciaio in entrambe le direzioni. Per gli uffici e il gantry, la rigidità laterale è garantita dalle pareti prefabbricate in c.a.

Per la data hall, la soluzione consiste in:

- Colonne prefabbricate in calcestruzzo 80x60 cm e 60x60 cm;
- Trave prefabbricata in calcestruzzo precompresso con sezione trasversale a T/L rovescia h=100 cm e 80 cm;
- Elemento prefabbricato precompresso TT h=70 cm e 50 cm;
- Soletta in c.a gettato in opera con uno spessore di 10 cm.
- Controventi verticali in acciaio Ø406,4x16 mm

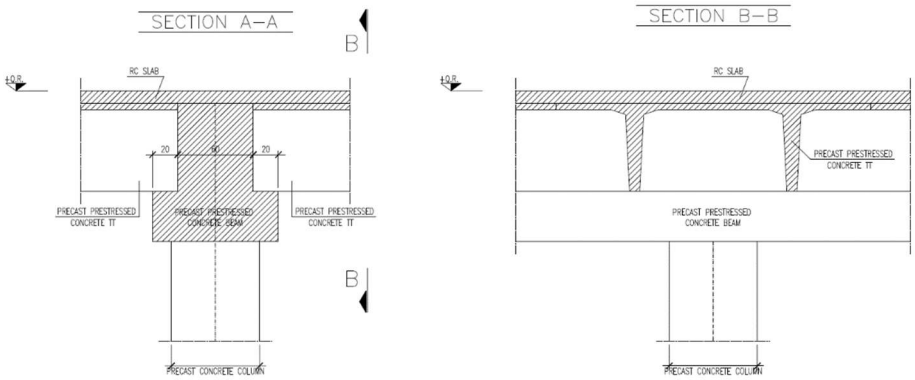
Per il gantry in metallico in copertura, la soluzione consiste in:

- Travi secondarie IPE550/IPE500/IPE400/IPE360;
- Travi principali HEA700/HEA650/HEA600;
- Controventi orizzontali Ø26/Ø20mm;
- Barriera accustica IPE240.

Per gli uffici, la soluzione consiste in:

- Colonne prefabbricate in calcestruzzo 60x60cm;
- Trave prefabbricata in calcestruzzo precompresso con sezione trasversale a T/L rovescia h=100 cm e h=80;
- Elemento prefabbricato precompresso TT h=70 cm e h=50 cm;

- Soletta in c.a gettato in opera con uno spessore di 10 cm.
- Parete prefabbricata in cemento armato a doppia lastra con uno spessore di 40 cm.



Soluzione prefabbricata per data hall/ufficio

Con riferimento al Gantry esterno, è stata fornita la seguente soluzione progettuale:

- Colonna prefabbricata in calcestruzzo 60x40 cm;
- Trave prefabbricata precompresso con sezione trasversale a T/L rovescia h=100 cm;
- Trave prefabbricata precompresso con sezione trasversale 40x70 cm;
- Parete prefabbricata in cemento armato a doppia lastra con uno spessore di 40 cm.

7. REQUISITI STRUTTURALI PER MEP

In conformità con gli stati limite definiti nei capitoli precedenti, devono essere soddisfatti i seguenti requisiti minimi:
- Stabilità (resistenza) per un terremoto con un periodo di ritorno di 949 anni.
- Stato di funzionamento dei sistemi con un periodo di ritorno di 60 anni.

8. MODELLO GEOTECNICO

Di seguito l'estratto del modello geotecnico tratto dalla relazione geologica/geotecnica del settembre 2025 firmata dal dott. Geol. Carlo Leoni.

Lo schema litostratigrafico (modello geotecnico) del sottosuolo può essere così riassunto (le profondità sono riferite al p.c. di inizio prova coincidente con lo 0 RIF.):

0,0 – 2,0/3,0 m (prove P1 e P12 circa -4,0 m) da p.c.	Sabbie ghiaiose con qualche ciottolo poco addensate - **Orizzonte A**
2,0/3,0 – 16,5 m da p.c.	Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate - **Orizzonte B**
Oltre 16,5 m da p.c.	Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti - **Orizzonte C**

Sabbie ghiaiose con qualche ciottolo poco addensate - **Orizzonte A** (0,0 – 2,0/3,0 m da p.c. – circa -4,0 m nelle prove P1 e P12)

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	3-5	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	4-7	colpi/piede
g (peso di volume)	18	KN/m³
f (angolo di attrito)	27	°
c (coesione)	0	Kg/cm²
E (modulo di deformazione)	110-130	Kg/cm²
Dr (densità relativa)	30	%

Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate - **Orizzonte B** (2,0/3,0 – 16,5 m da p.c.)

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	20-25	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	>30	colpi/piede
g (peso di volume)	19	KN/m³
f (angolo di attrito)	33-34	°
c (coesione)	0	Kg/cm²
E (modulo di deformazione)	280-330	Kg/cm²
Dr (densità relativa)	65-75	%

Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti - **Orizzonte C** (Oltre 16,5 m da p.c)

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	20	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	>25	colpi/piede
g (peso di volume)	19	KN/m³
f (angolo di attrito)	32	°
c (coesione)	0,1-0,2	Kg/cm²
E (modulo di deformazione)	200	Kg/cm²
Dr (densità relativa)	-	%

Il livello di progetto della falda è pari a -7,00 m dal piano campagna.

Strato [m]	γ [kN/m^3]	N_{SPT}	Ø [°]	E [MPa]
A (0÷-4)	18	5.5	27	6 (*)
B (-4÷-16.5)	19	30	33	30.5
C (>-16.5)	19	25	32	20

(*) Considerando il valore medio NSPT, pari a 5,5, il modulo elastico è stato ipotizzato pari a:

E (SCHMERTMANN 1978) = 2 B N_{SPT} = 2·6·5.5 = 6.6 MPa

E (JAMIOLKOSKI 1988) = (10.5-3.5 Dr) N_{SPT} = (10.5-3.5·0.3)5.5 = 5.2 MPa

$E_{average}$ = (6.6+5.2)/2=5.9 Mpa → 6 MPa

Considerando i carichi di progetto elevati, per ottenere cedimenti ammissibili con l'uso previsto degli edifici, per uffici, data hall e gantry, è previsto un sistema di fondazioni misto, con fondazioni continue e pali CFA per ridurre i cedimenti.
Per la data hall e gli uffici, la fondazione è costituita da un basamento h.1,00 m con pali CFA Ø60 L= 15 m sotto le colonne e i controventi e una fondazione continua dello spessore di 30 cm nelle restanti aree.
Per il gantry, la fondazione è costituita da un basamento h.0,50 m con pali CFA Ø40 L= 15,50 m sotto le pareti/colonne prefabbricate e una fondazione continua dello spessore di 20 cm nelle restanti aree.

Le indagini geofisiche condotte ai sensi del Decreto Ministeriale 17/01/2018 (N.T.C.) hanno determinato una categoria di sottosuolo C per l'area oggetto di indagine.

9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE DI CALCOLO

Le analisi sono state eseguite utilizzando il software FEM:

- MIDAS GEN 2026, V 1.1 distribuito da Harpaceas Viale Richard 1 - 20143 – Milano (MI).
- MIDAS FEA 2025, V 1.1 distribuito da CSPFea Via Zuccherificio 5d - 35042 – Este (PD).

9.1 Affidabilità dei risultati

L'affidabilità del software è stata verificata dal produttore mediante il confronto con casi di studio le cui soluzioni sono disponibili in letteratura; tali casi sono raccolti in uno specifico manuale di validazione.

9.2 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il software utilizzato consente di modellare numericamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria di elementi finiti disponibile.
Le funzioni di autodiagnostica interne del software consentono di verificare che non vi siano errori di schematizzazione nel modello che potrebbero portare a risultati errati.
Le funzioni di interrogazione e visualizzazione del modello consentono di controllare la coerenza geometrica e le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.
La visualizzazione dei risultati delle analisi quali sollecitazioni interne, spostamenti e reazioni vincolanti consente un controllo immediato mediante confronto con i risultati ottenuti utilizzando schemi semplificati per i quali è nota la soluzione in forma chiusa.

10. CRITERI DI VALUTAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

10.1 Verifiche a pressoflessione allo SLU(c.a./c.a.p)

Per le verifiche a flessione nelle combinazioni SLU, in ogni sezione il momento di resistenza di progetto deve essere maggiore o uguale al momento esterno di progetto relativo:

$$M_{Ed}\ (N_{Ed}) \leq M_{Rd}\ (N_{Ed})$$

dove:
M_{Ed} = momento sollecitante di progetto associato allo sforzo normale N_{Ed};
N_{Ed} = sforzo normale sollecitante di progetto;
M_{Rd} = momento resistente di progetto associato allo sforzo normale N_{Ed}.

Per le azioni sismiche si considera la resistenza elastica alla flessione (senza comportamento dissipativo).

10.2 Verifica a taglio(c.a.)

La resistenza al taglio è valutata secondo quanto stabilito dal Decreto Ministeriale del 2018 al paragrafo 4.1.2.3.5.2.
Per travi e pilastri:

$$V_{Rsd} = 0{,}9 \times d \times A_{sw} / s \times f_{yd} \times (ctg\alpha + ctg\theta) \times sen\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0{,}9 \times d \times b_w\ \alpha_c \times f'_{cd} \times (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$$

Il valore più basso tra i due definiti sopra è stato considerato come resistenza al taglio di progetto.

Per le pareti:

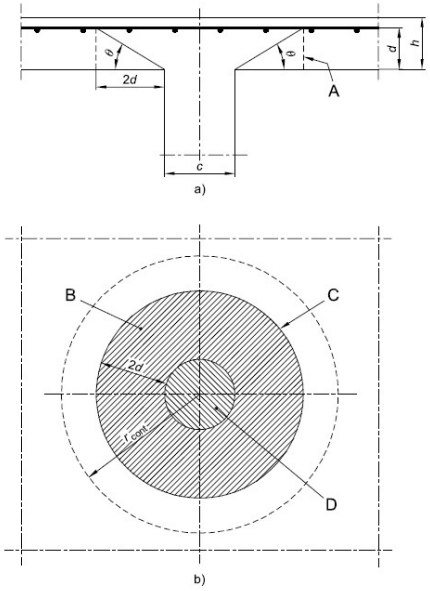
$$V_{Rsd} = 0{,}8 \times h \times A_{sw} / s \times f_{yd} \times (ctg\alpha + ctg\theta) \times sen\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0{,}8 \times h \times b_w\ \alpha c \times f'_{cd} \times (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$$

Il valore più basso tra i due definiti sopra è stato considerato come resistenza al taglio di progetto.

10.3 Verifica a punzonamento

In base alla norma "UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2 - Progettazione di strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici", vengono effettuate le verifiche richieste per il punzonamento.



Legenda:
a) Sezione
b) Pianta
A = Sezione di base per la verifica
B = Area verifica di base
C = Perimetro di verifica di base, u_1
D = Area di carico A_{carico}
Rcont = Perimetro di verifica aggiuntivo
θ = arctan (1/2) = 26.6°

Il metodo suggerito dall'Eurocodice 2 propone di verificare lo sforzo di taglio sulla superficie laterale del cilindro con un'altezza pari all'altezza d della soletta e un raggio pari a quello del pilastro aumentato di 2d.
L'altezza d della soletta è la media delle altezze relative alle armature poste nelle due direzioni ortogonali.

Sono definiti i seguenti simboli:

- $v_{Rd,c}$: valore di progetto della resistenza al punzonamento di una soletta senza armatura di punzonamento, lungo la sezione di verifica considerate;
- $v_{Rd,sy}$: valore di progetto della resistenza al punzonamento di una soletta con armatura specifica per il punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,max}$: valore di progetto della resistenza massima al taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata (limite superiore K_{max} x $v_{Rd,C}$).

Occorre eseguire le seguenti verifiche:
a) lungo il perimetro del pilastro o dell'area caricata: $v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$;

$v_{Rd,\ max}$ = min (0.4 x 0.5 x f_{cd}; K_{max} x $v_{Rd,c}$)

b) lungo il perimetro di verifica posto a distanza 2d dal pilastro o dall'area caricata: $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$.

Se la condizione b) non risulta soddisfatta si introduce un'apposita armatura a taglio-punzonamento.

La tensione di punzonamento può essere calcolata come:
$v_{Ed} = \beta V_{Ed} /(u \times d)$

dove:
v_{Ed}: valore di calcolo della forza totale di taglio agente allo SLU;
u: perimetro della sezione oggetto di verifica;
β: coefficiente che considera la distribuzione non uniforme degli sforzi.
B: il coefficiente è pari a
β = 1,15 per le colonne interne;
β = 1,4 per le colonne laterali;
β = 1,5 per le colonne ad angolo.

La resistenza al punzonamento di progetto, per elementi senza armatura specifica, è calcolata come segue:
$v_{Rd,c} = C_{Rd,c}\, k\, (100\, \rho l\, f_{ck})1/3 \geq v_{min}$
dove:
$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$
$k = 1 + (200/d)0.5 \leq 2,0$
$\rho l = (\rho lx \times \rho ly)0.5 \leq 0,02$
$v_{min} = 0,035\ k3/2 \cdot f_{ck1}/2$
a = distanza dal contorno della colonna del perimetro di verifica considerato.

Sono definiti i seguenti simboli aggiuntivi, utili per comprendere se è necessario un rinforzo specifico per il punzonamento.

Lista dei Simboli

A_s	Area della sezione trasversale dell'armatura	n_{prov}	Numero di pioli foprniti in un binario
$A_{s,i}$	Area della sezione trasversale di un piolo	u_1	Lunghezza del Perimetro di Controllo di Base
$C_{Rk,c}$		$u_{out,prov}$	Lunghezza del perimetro di contgrollo fornita
$C_{Rk,max}$		$u_{out,req}$	Lunghezza minima richiesta del perimetro di controllo
$M_{Ed,y}$, $M_{Ed,x}$	Valori di progetto dei momenti flettenti nella colonna	v_{Min}	Tensione minima di resistenza a taglio
V_{Ed}	Valori di progetto dei caichi di punzonamento	v_{Ed}	Valori di progetto tella tensione di punzonamento
V_{dyn}	Parte dinamica dei carichi a punzonamento	$V_{Rd,c}$	Valore della resistenza di progetto senza armatura a punzonamento
ΔV	Forze di taglio al suolo	$V_{Rd,max}$	Valore massimo della resistenza di progetto senza armatura a punzonamento
$V_{Rd,sy}$	Valore della resistenza di progettodell'armatura a taglio	β	Fattore di incremento dei carichi
$W_{1,x}$, $W_{1,y}$	Acc.to EN 1992-1-1(6.40)	βred	Fattore di incremento dei carichi
c_x, c_y	Distanza tra le barre	γ_c	Fattore parziale del Calcestruzzo
d_x, d_y	Distanza tra le barre	γ_s	Fattore parziale per le barre d'armatura
f		ρ_x, ρ_y	Percentuale d'armatura a flessione
f_{ck}	Resistenza a Compressione Cilindrica del calcestruzzo	ρl	Percentuale d'armatura media
f_{cd}	Valore di progetto della Resistenza a compressione del calcestruzzo	$\Delta\sigma_s$	Valore di progetto della resistenza a fatica
f_{yk}	Resistenza caratteristica a snervamento dell'acciaio	$\Delta\sigma_{Rs,d}$	Valori di progetto dell'ampiezza tensionale
f_{yd}	Resistenza a snervamento di progetto dell'armatura a flessione	η	Fattore che tiene in considerazione lo spessore della lastra di solaio
g_d	Pressione del suolo		
k_d	Fattore		
$k_{d,max}$	Fattore		
$l_{s,req}$	Lunghezza minima richiesta degli elementi d'armatura		
$l_{s,prov}$	Lunghezza degli elementi di armatura forniti		
m_c	Numero degli elementi d-armatura		

10.4 Verifiche SLE tensioni e fessurazioni

Verifiche di tensione in combinazione caratteristica:

$\sigma_c < 0.60\ f_{ck}$

$\sigma_s < 0.80\ f_{yk}$

Verifiche di tensione in combinazione quasi permanente:

$\sigma_c < 0.45\ f_{ck}$

Per quanto riguarda i controlli di fessurazione, considerando le normali condizioni ambientali delle strutture in questione, si ottengono i seguenti limiti.

Apertura massima di fessurazione in combinazione frequente
Apertura della fessura < w3 = 0.4 mm

Apertura massima di fessurazione in combinazione quasi permanente
Apertura della fessura < w2 = 0.3 mm

Ove necessario, per la verifica dell'apertura di fessurazione è stato adottato il metodo di calcolo indiretto secondo le seguenti tabelle.

Tabella C4.1.II *Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
σ_s [MPa]	w_3 = 0,4 mm	w_2 = 0,3 mm	w_1 = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III -*Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
σ_s [MPa]	w_3 = 0,4 mm	w_2 = 0,3 mm	w_1 = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

10.5 Verifica elementi in acciaio

Per la verifica degli elementi in acciaio in relazione allo SLE (spostamenti verticali e laterali) e allo SLU (resistenza e stabilità) si è fatto riferimento al paragrafo 4.2 della NTC18.

10.6 Verifiche geotecniche

Le verifiche sono state effettuate, in conformità ai paragrafi 6.4.2 e 7.11.5.3.1 del NTC18 (combinazione A1+M1+R3), in termini di cedimento dovuto al carico limite del terreno e cedimento dovuto allo scorrimento, ipotizzando i seguenti valori dei coefficienti parziali: 2,3 per il carico limite del terreno e 1,1 per lo scorrimento. È stata inoltre valutata la compatibilità dei cedimenti allo SLE con l'uso previsto dell'opera.
Per i controlli dei pali, secondo il punto 6.4.3.1.1 della NTC18, il fattore di correlazione è stato assunto pari a ξ = 1,4.

11. MODELLAZIONE STRUTTURALE

L'analisi strutturale è stata effettuata utilizzando il metodo degli elementi finiti, creando un modello tridimensionale implementato nel software MIDAS GEN 2025, V1.2.

La modellizzazione è stata realizzata mediante l'impiego di:

- elementi beam, per le colonne;
- elementi bidimensionali di tipo "wall", per la modellazione delle pareti;
- general link, per la modellazione del comportamento lineare/non lineare degli smorzatori;
- truss/tension elements only,per la simulazione dei controventi.

Le colonne e le pareti sono state fissate (condizioni al contorno esterne) all'estradosso della fondazione.

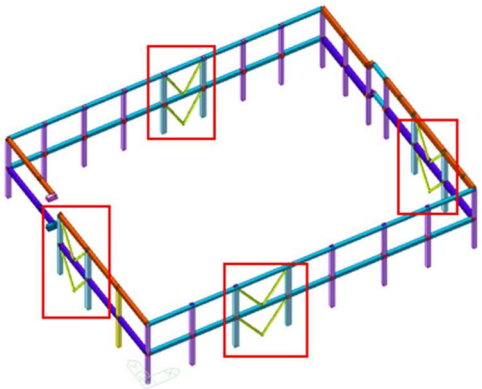
Tutti gli elementi prefabbricati sono collegati internamente tra loro tramite una cerniera.

Sono stati considerati diaframmi flessibili.

Sono state eseguite analisi statiche e dinamiche lineari.

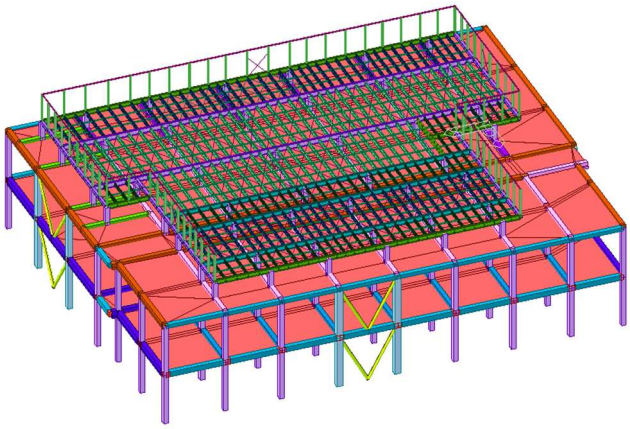
Per le strutture in cemento armato, è stato adottato un adeguato fattore di scala della sezione per le rigidità al taglio/flessione. Nello specifico, per i pilastri: 1,0 per i carichi statici, 0,3 per i carichi termici (compresi viscosità e fessurazione), 0,75 per i carichi sismici. Per le pareti di taglio: 1 per i carichi statici, 0,3 per i carichi termici (compresi viscosità e fessurazione), 0,75 per i carichi sismici.

Per gli edifici adibiti a data hall, le colonne 60x80 appartenenti ai telai di rinforzo verticali, in conformità con il punto 7.2.3 della NTC18, sono state considerate elementi secondari.

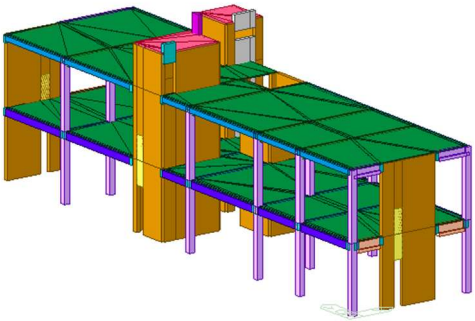


11.1 Analisi dinamica lineare

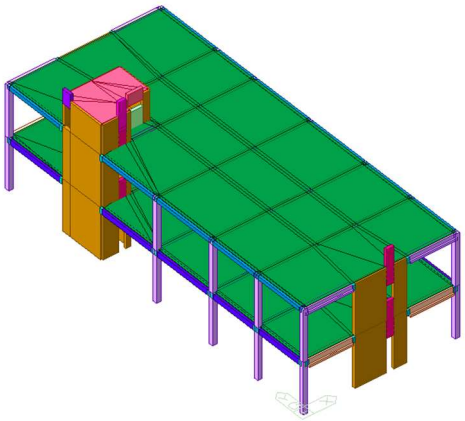
L'analisi dinamica lineare è stata eseguita mediante analisi modale (considerando un numero di modi tale da attivare almeno l'85% della massa totale) e spettro di risposta, utilizzando la regola CQC per la combinazione degli effetti modali. È stata utilizzata la regola 100+30 per la combinazione degli effetti sismici nelle due direzioni.



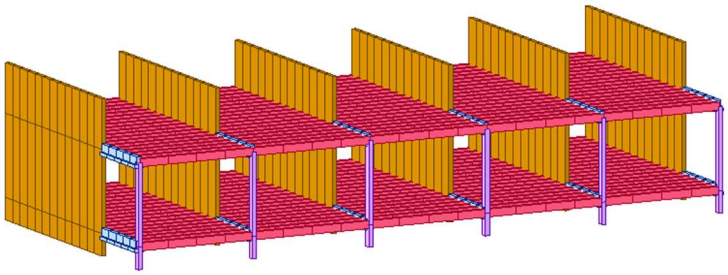
Vista modello FEM – data hall



Vista modello FEM – ufficio ovest



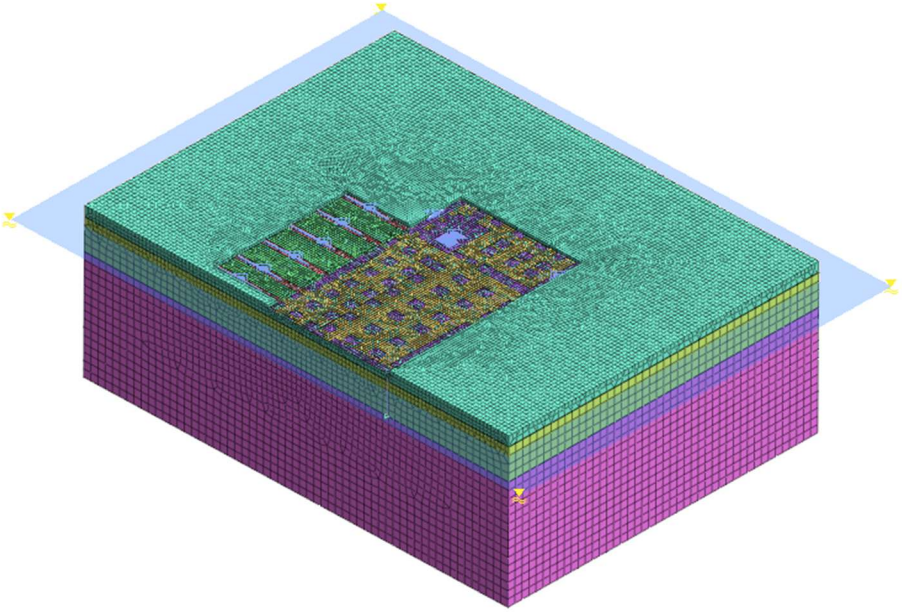
Vista modello FEM – ufficio est



Vista modello FEM – gantry esterno (modello tipologico)

11.2 Fondazioni

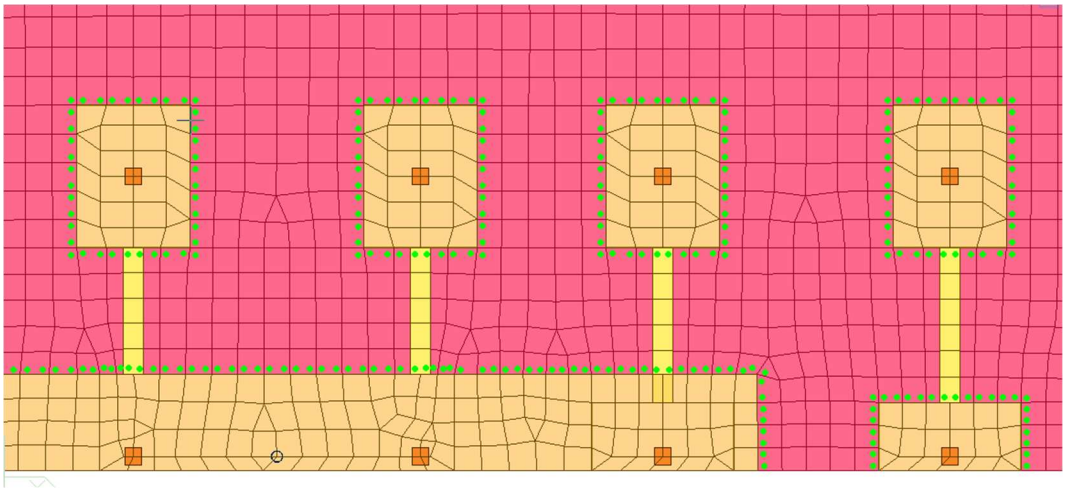
Le azioni di progetto alla base di ciascuna sovrastruttura sono state cambiate di segno e applicate alle strutture di fondazione analizzate utilizzando modelli FEM tridimensionali.
Il terreno è stato simulato utilizzando molle reagenti solo a compressione, la cui rigidezza è stata determinata con un'analisi di interazione terreno-struttura mediante modello FEM 3D in Midas FEA, i cui sviluppi sono riportati nel paragrafo 17.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.



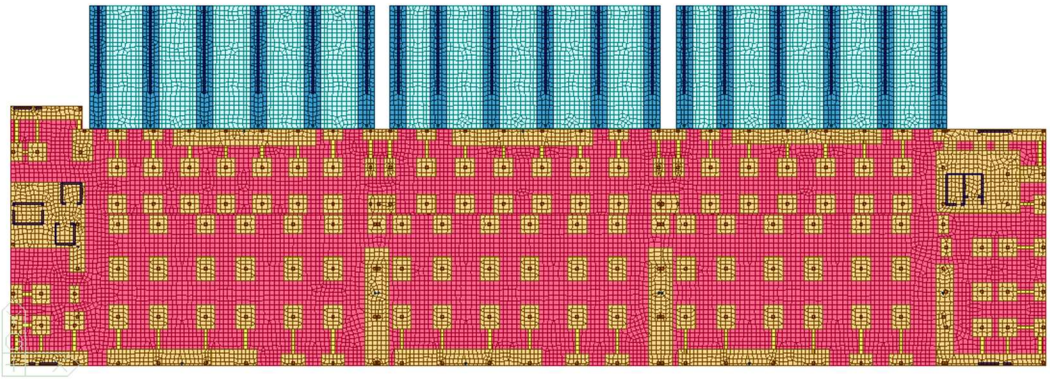
Modello FEM 3D – interazione suolo-strutture

Con riferimento alle verifiche strutturali, considerando che i pali CFA hanno la funzione di ridurre esclusivamente i cedimenti, nel modello FEM 3D sono stati modellati con molle non lineari a reazione solo in compressione, limitando la resistenza a quella della resistenza caratteristica del palo CFA (Rlim/ξ, ξ = 1.4).

È stata modellata una cerniera cilindrica lungo l'interfaccia tra il plinto di spessore di 100/50 cm e la platea di spessore di 30/20 cm, in modo che tra i due elementi ci sia solo trasmissione di forze di taglio; in queste zone sono stati previsti adeguati armature a taglio.



Piastra e svincolo tra plinti e platea di fondazione (estratto del modello FE)



Modello FE 3D - Planimetria delle fondazioni data hall/uffici/gantry

12. PROGETTAZIONE DI ELEMENTI PREFABBRICATI

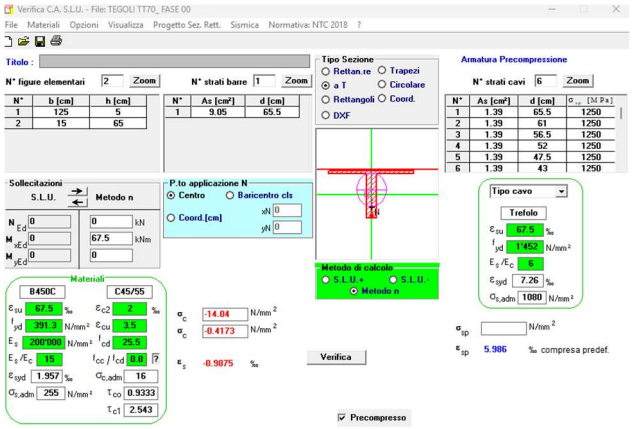
Tutti gli elementi prefabbricati sono travi semplicemente appoggiate.
Sono state effettuate verifiche allo SLU e di trasferimento della forza di precompressione (rilascio dei trefoli).
La sollecitazione iniziale applicata ai trefoli è di 1400 MPa.
L'area del singolo trefolo è di 139 mmq.

Per travi h.100cm ed elementi TT70 (data hall/piano tipologico uffici), risultano:

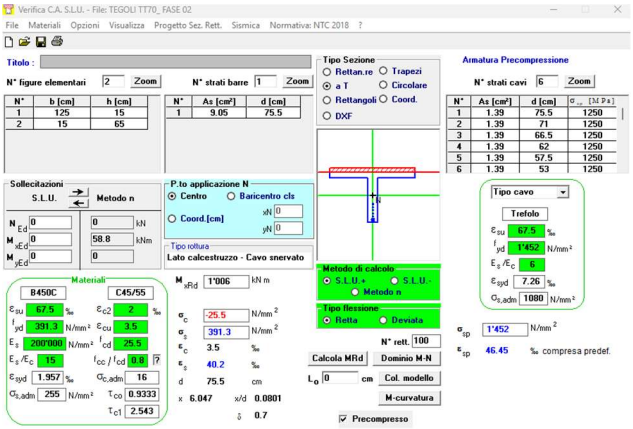
DC SEDRIANO			
TT70			
	L TT	12.2	m
	LTT calc.	11.6	m
	i	1.25	m
	q	4.0	KN/m
Fase 00	Med	67.5	kNm
	qSLU	53.7	KN/m
Fase 02	Med	906.1	kNm
	Ved	311.9	kN
	MRd	1006.0	kNm
	FS	1.11	
	VRd	331.0	kN
	FS	1.06	

T100			
	Sezione T	100	
	LT	10.0	m
	LT calc.	9.4	m
	i	10.0	m
	pp trave	18.0	kN/m
	q	18.0	KN/m
Fase 00	Med	198.8	kNm
	qSLU	452.9	KN/m
Fase 02	Med	5002.3	kNm
	Ved	2128.6	kN
	MRd	5382.0	kNm
	FS	1.08	
	VRd	2382.0	kN
	FS	1.12	

TT70 (piano tipologico)



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione
(f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

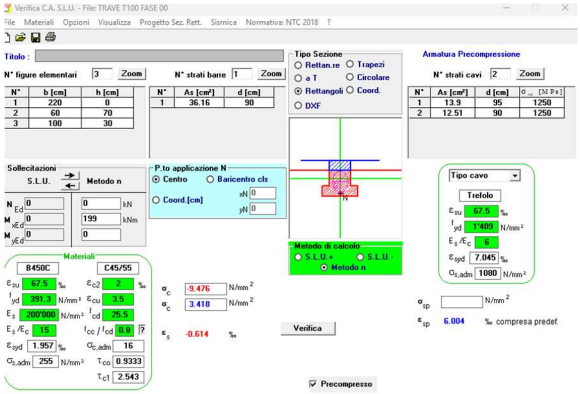
C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
150	800	50	750	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	2
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
100.53	0.00		2.98	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
150	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
311	331.92		451.58	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

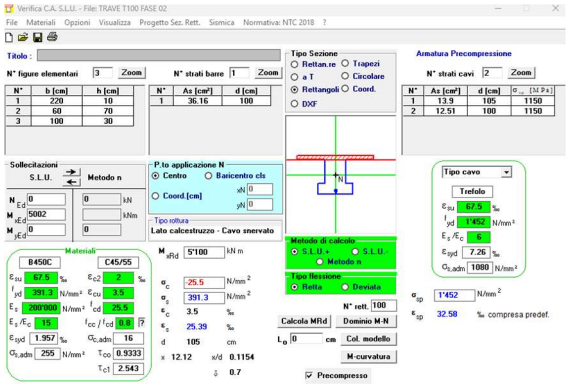
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Trave a T rovescia (piano tipico)

Con riferimento alla precedente carpenteria, per travi a T rovescia, si ha:



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione
(f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
360	600	50	550	250
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
201.06	-518.21		2.22	2.22
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
360	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
195	345.48		863.69	
VERIFICATO				

C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
600	1100	50	1050	100
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	10	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
314.16	0.00		2.30	2.30
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
600	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
2128	2677.69		2677.69	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

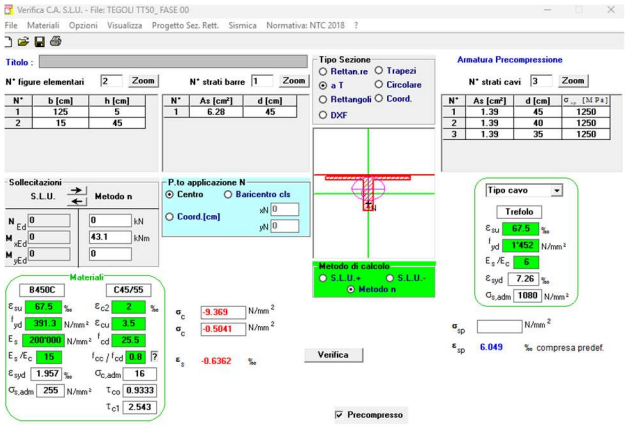
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Per travi h.80 cm ed elementi TT50 (data hall/copertura uffici), si ha:

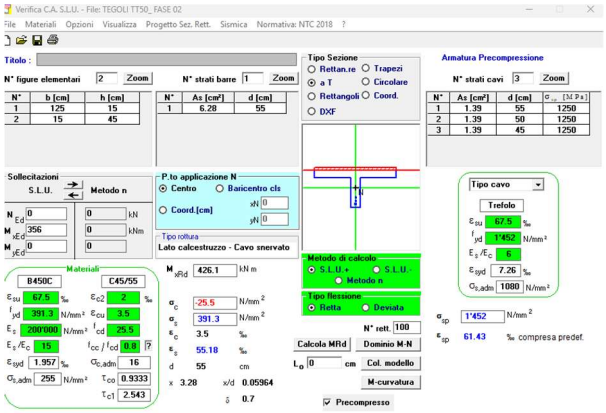
DC SEDRIANO			
TT50			
	L TT	10.9	m
	LTT calc.	10.3	m
	i	1.25	m
	q	3.3	KN/m
Fase 00	Med	43.1	kNm
	qSLU	26.9	KN/m
Fase 02	Med	356.4	kNm
	Ved	138.4	kN
	MRd	426.0	kNm
	FS	1.20	
	VRd	194.0	kN
	FS	1.40	

T80			
	Sezione T	80	
	LT	10.0	m
	LT calc.	9.4	m
	i	10.0	m
	pp trave	15.0	kN/m
	q	15.0	KN/m
Fase 00	Med	165.7	kNm
	qSLU	234.5	KN/m
Fase 02	Med	2590.1	kNm
	Ved	1102.2	kN
	MRd	2941.0	kNm
	FS	1.14	
	VRd	1175.0	kN
	FS	1.07	

TT50 (copertura)



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione
(f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

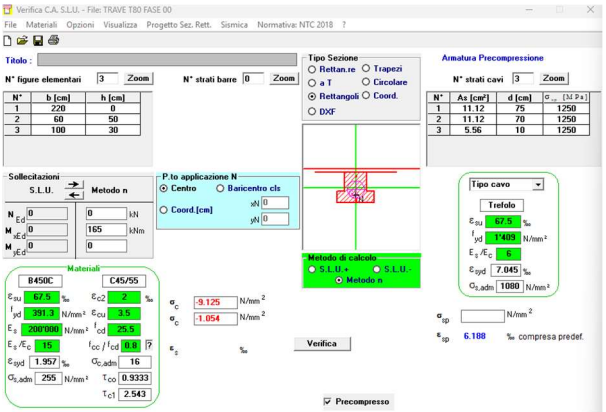
C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
150	600	50	550	100
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	2
A_{sw} [mm²]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
100.53	0.00		0.00	1.00
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm²]	α_c
150	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
138	194.72		480.18	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

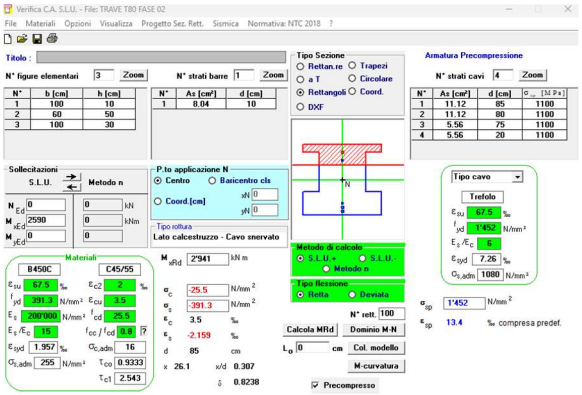
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Trave a T rovescia (copertura)

Per travi a T rovescia, si ha:



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione (f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
600	900	50	850	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	10	4
A_{sw} [mm²]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
314.16	0.00		3.41	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm²]	α_c
600	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
1102	1175.54		2047.17	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

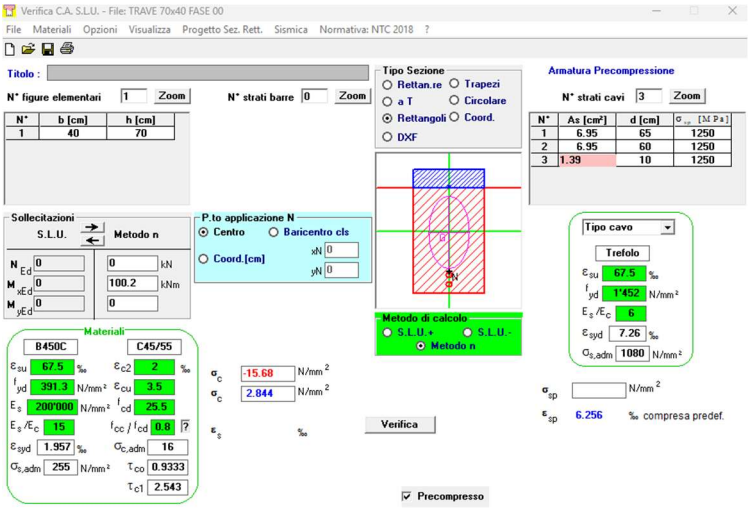
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Per travi 40x70 e travi a T rovescia (gantry esterno), si ha:

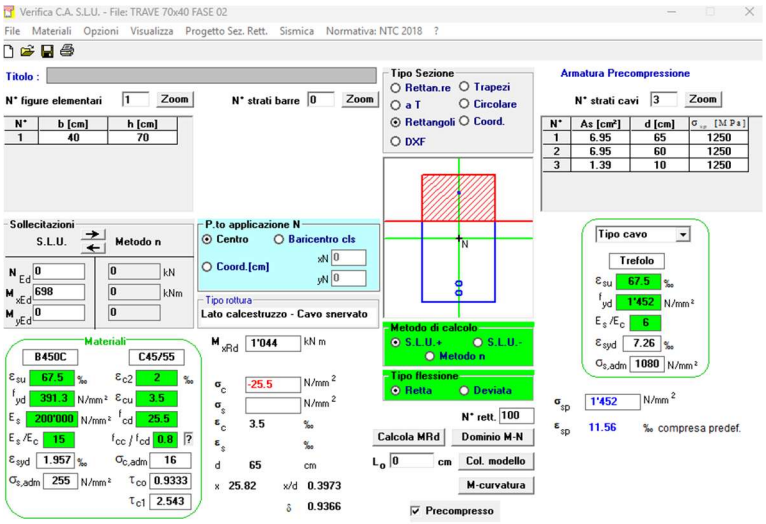
DC SEDRIANO			
beam 40x70			
	L	11.5	m
	L calc.	10.7	m
	i	1.50	m
	q	7.0	KN/m
Fase 00	Med	100.2	kNm
	qSLU	48.8	KN/m
Fase 02	Med	698.0	kNm
	Ved	260.9	kN
	MRd	1044.0	kNm
	FS	1.50	
	VRd	287.0	kN
	FS	1.10	

T100			
	Sezione T	100	
	LT	6.7	m
	LT calc.	6.5	m
	i	11.5	m
	pp trave	13.0	kN/m
	q	13.0	KN/m
Fase 00	Med	68.7	kNm
	qSLU	510.8	KN/m
Fase 02	Med	2697.8	kNm
	Ved	1660.2	kN
	MRd	2846.0	kNm
	FS	1.05	
	VRd	1882.0	kN
	FS	1.13	

Trave 40x70



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione
(f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

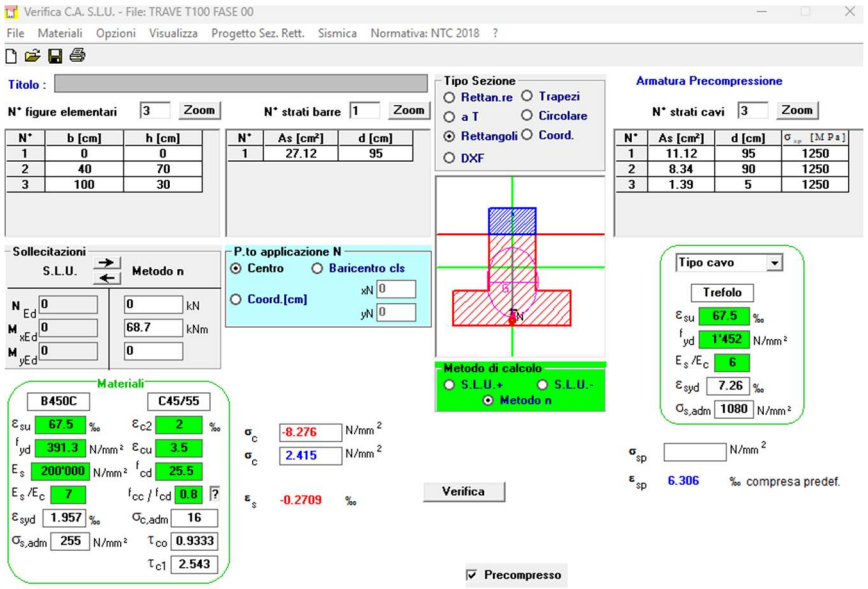
C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
400	700	50	650	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	2
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
100.53	0.00		5.03	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
400	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
260	287.66		1043.65	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

Tutte le verifiche sono soddisfatte.

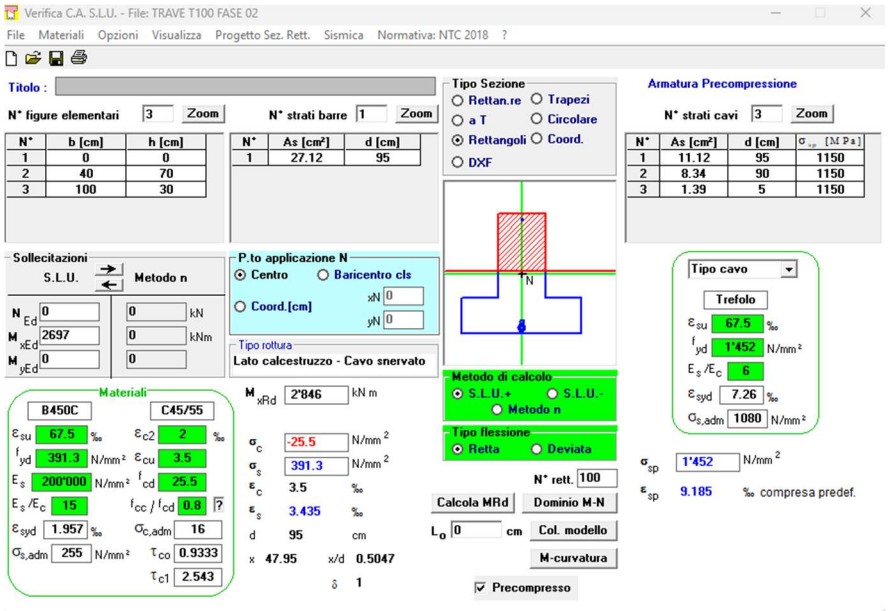
Trave a T rovescia h.100 cm

Con riferimento alla precedente carpenteria, per travi a T rovescia, risultati:



Tensioni del calcestruzzo al trasferimento della forza di precompressione

(f_{ckj} = 45 MPa, $\sigma_c \leq 0.6 \times f_{ckj}$ = 27.0 MPa, $\sigma_t \leq f_{ctmj}$ = 3.8 MPa)



Verifica a flessione allo SLU

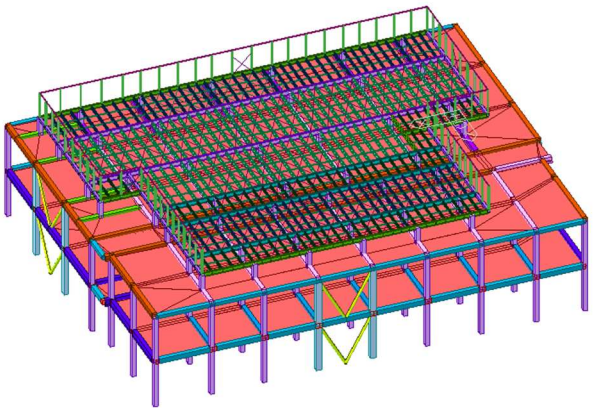
C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
400	1000	50	950	100
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	10	4
A_{sw} [mm²]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
314.16	0.00		1.79	1.79
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm²]	α_c
400	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
1660	1882.72		1882.72	
VERIFICATO				

Verifica a taglio allo SLU

Tutte le verifiche sono soddisfatte.

13. DATA HALL

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in termini di forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti e verifiche strutturali.



13.1 Analisi modale

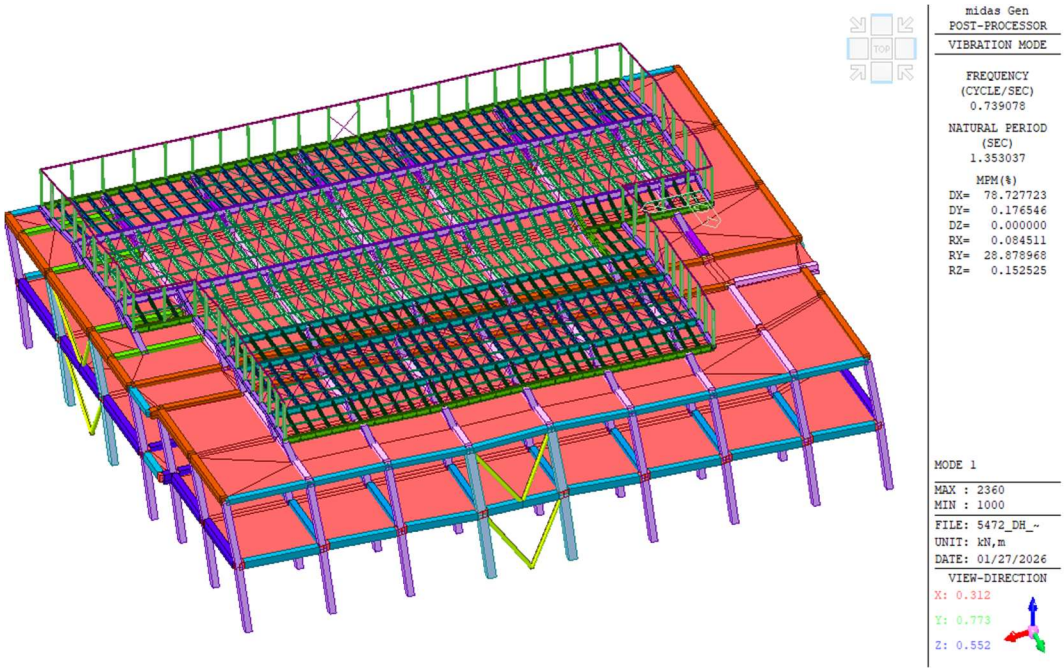
EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	4.6438	0.7391	1.3530	0.0000e+00
2	4.8341	0.7694	1.2998	0.0000e+00
3	7.7046	1.2262	0.8155	1.3556e-70
4	10.7475	1.7105	0.5846	1.8090e-50
5	11.1837	1.7799	0.5618	9.6291e-49
6	11.7205	1.8654	0.5361	5.0110e-46
7	12.6815	2.0183	0.4955	4.4274e-42
8	13.1984	2.1006	0.4761	2.1253e-39
9	14.4759	2.3039	0.4340	3.2339e-35

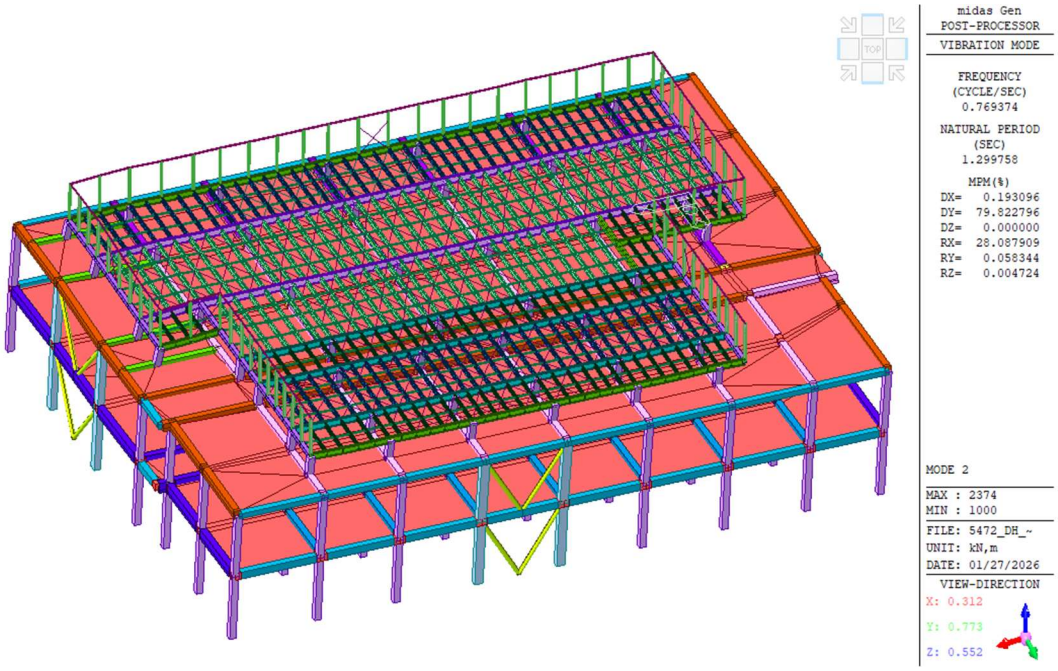
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	78.7277	78.7277	0.1765	0.1765	0.0000	0.0000	0.0845	0.0845	28.8790	28.8790	0.1525	0.1525
2	0.1931	78.9208	79.8228	79.9993	0.0000	0.0000	28.0879	28.1724	0.0583	28.9373	0.0047	0.1572
3	0.0022	78.9230	0.0013	80.0006	0.0000	0.0000	0.1041	28.2765	0.7120	29.6493	70.5776	70.7349
4	11.3373	90.2604	1.1499	81.1505	0.0000	0.0000	3.6451	31.9216	25.8452	55.4945	5.0698	75.8047
5	0.7099	90.9703	17.0581	98.2086	0.0000	0.0000	53.6409	85.5626	1.7055	57.2000	0.7066	76.5112
6	5.5379	96.5082	0.0074	98.2161	0.0000	0.0000	0.0523	85.6148	20.4778	77.6778	5.3011	81.8124
7	0.5004	97.0086	0.3177	98.5337	0.0000	0.0000	1.5880	87.2028	1.6992	79.3770	1.7326	83.5450
8	0.1394	97.1480	0.0030	98.5367	0.0000	0.0000	0.0018	87.2046	1.0828	80.4598	5.8320	89.3770
9	0.0314	97.1794	0.0450	98.5817	0.0000	0.0000	0.1718	87.3764	0.0609	80.5207	4.6100	93.9870

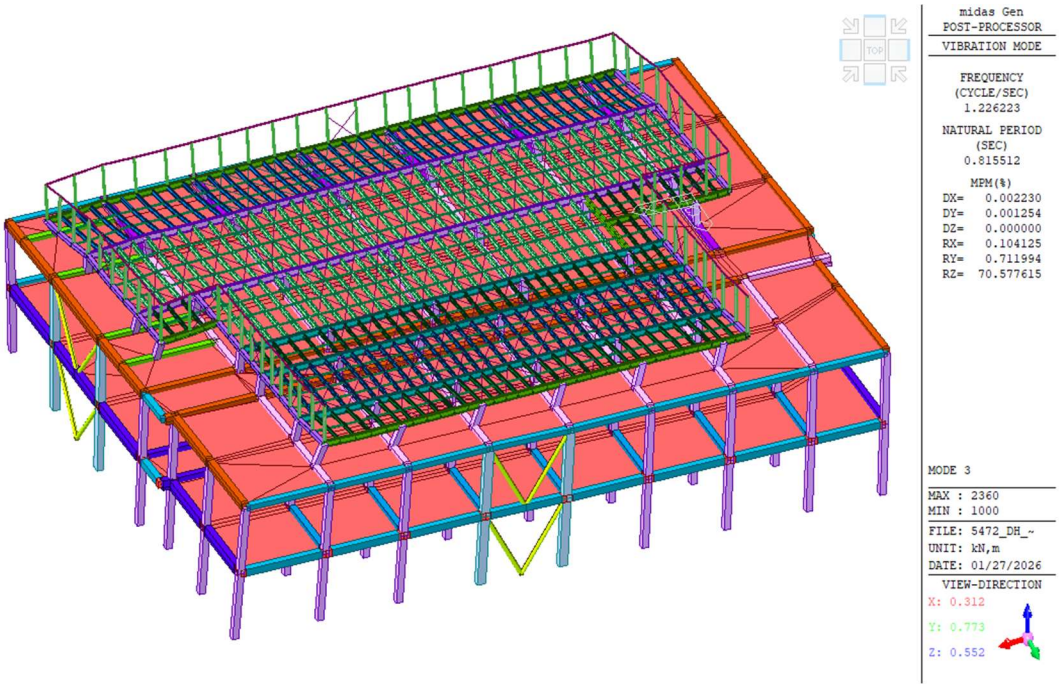
Massa sismica, periodi di vibrazione e masse partecipanti


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
0.739078
NATURAL PERIOD
(SEC)
1.353037
MPM(%)
DX= 78.727723
DY= 0.176546
DZ= 0.000000
RX= 0.084511
RY= 28.878968
RZ= 0.152525
MODE 1
MAX : 2360
MIN : 1000
FILE: 5472_DH_~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X: 0.312
Y: 0.773
Z: 0.552

Modo 1


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
0.769374
NATURAL PERIOD
(SEC)
1.299758
MPM(%)
DX= 0.193096
DY= 79.822796
DZ= 0.000000
RX= 28.087909
RY= 0.058344
RZ= 0.004724
MODE 2
MAX : 2374
MIN : 1000
FILE: 5472_DH_~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X: 0.312
Y: 0.773
Z: 0.552

Modo 2


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
1.226223
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.815512
MPM(%)
DX= 0.002230
DY= 0.001254
DZ= 0.000000
RX= 0.104125
RY= 0.711994
RZ= 70.577615
MODE 3
MAX : 2360
MIN : 1000
FILE: 5472_DH_~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X: 0.312
Y: 0.773
Z: 0.552

Modo 3

13.2 Effetti del secondo ordine

Al fine di valutare la sensibilità della struttura agli effetti di secondo ordine, si è fatto riferimento al paragrafo 7.3.1 del NTC2018.

In particolare, per le costruzioni civili e industriali, le non linearità geometriche possono essere trascurate se:

$$\theta = [P * d_{Er}] / [V * h] \leq 0.1$$

dove:

- - P è il carico verticale totale che agisce sul piano in questione e sulla struttura sovrastante;
- - d_{Er} è lo spostamento orizzontale medio tra i piani, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale del solaio considerato e lo spostamento orizzontale del solaio immediatamente sottostante;
- - V è la forza orizzontale totale che agisce sul solaio;
- - h è la distanza tra il solaio in questione e quello immediatamente sottostante.

Le tabelle seguenti riportano i valori del coefficiente di stabilità per ciascun piano e nelle due direzioni principali dell'edificio. La valutazione è effettuata con riferimento all'analisi dinamica lineare con spettro di progetto elastico.

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1.5, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	GANTRY	4.00	97.7159	8.9308	0.0022	1.0000	0.0061	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	PIANO COPERTURA	2.50	24461.0166	2306.5916	0.0209	1.0000	0.0885	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	PIANO PRIMO	7.00	76405.5164	4338.4831	0.0203	1.0000	0.0509	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	FONDAZIONE	7.00	170460.2919	7015.5808	0.0156	1.0000	0.0540	0.3000	OK	1.0000

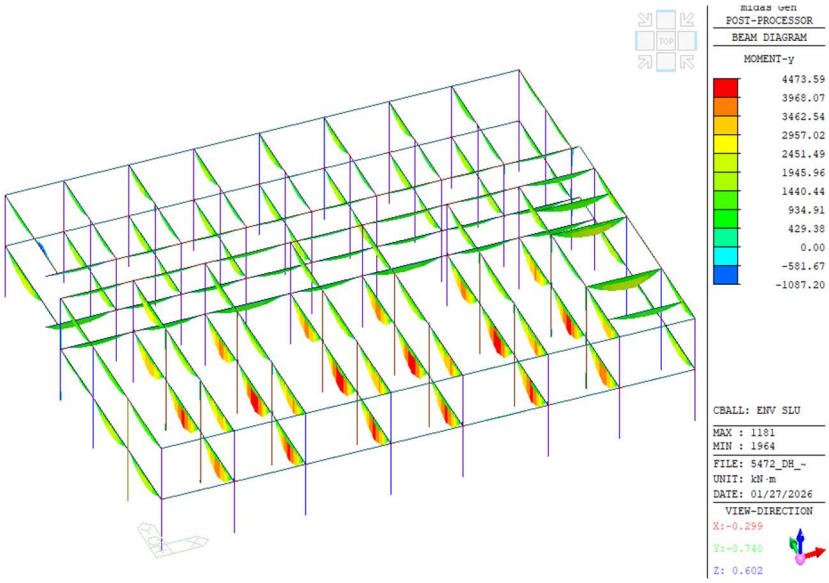
Direzione X

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1.5, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV Y(RS)	GANTRY	4.00	97.7159	8.4148	0.0019	1.0000	0.0056	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	PIANO COPERTUR	2.50	24461.0166	2481.4750	0.0168	1.0000	0.0663	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	PIANO PRIMO	7.00	76405.5164	4605.7404	0.0197	1.0000	0.0467	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	FONDAZIONE	7.00	170460.2919	7488.5781	0.0156	1.0000	0.0508	0.3000	OK	1.0000

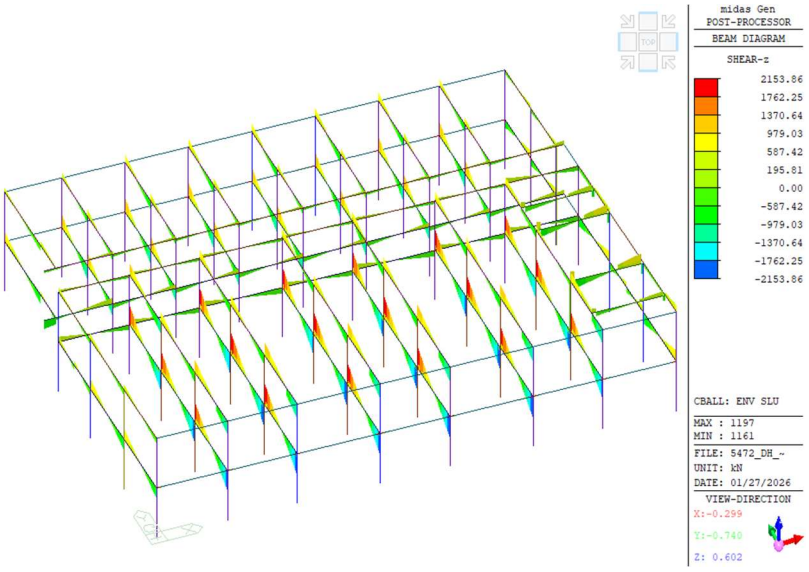
Direzione Y

Poiché il coefficiente di stabilità è inferiore a 0,1, gli effetti di secondo ordine sono stati trascurati.

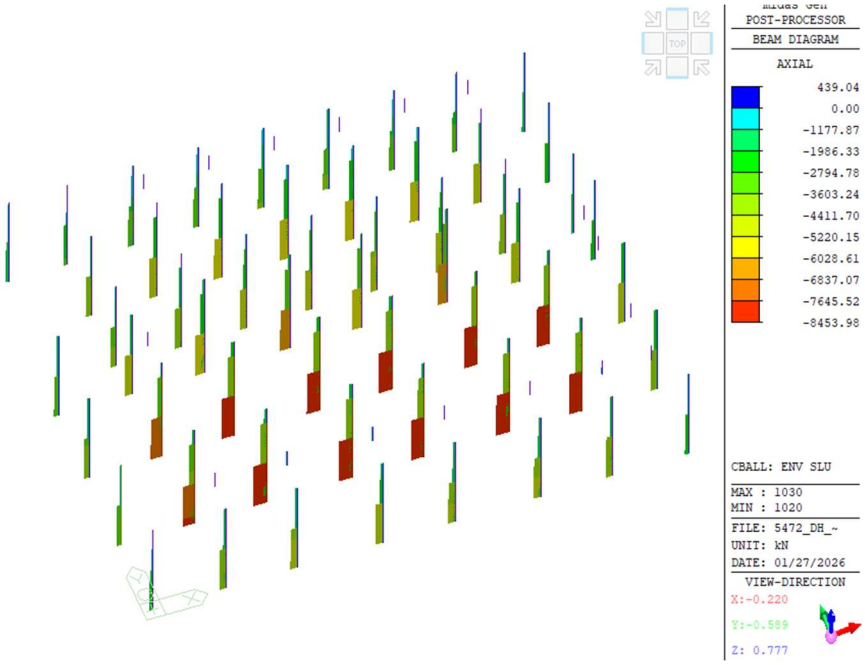
13.3 Forze interne allo SLU



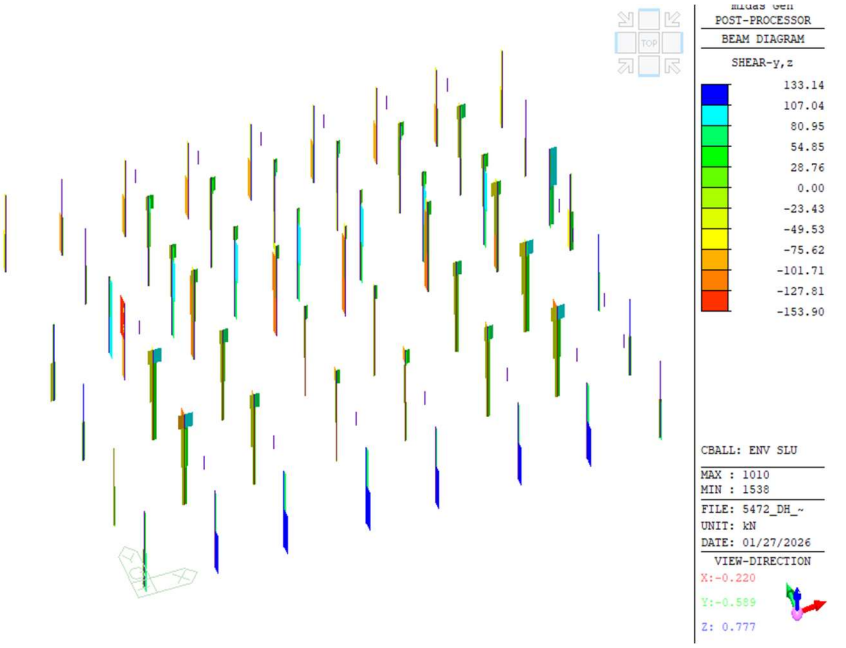
Travi: inviluppo del momento flettente – SLU



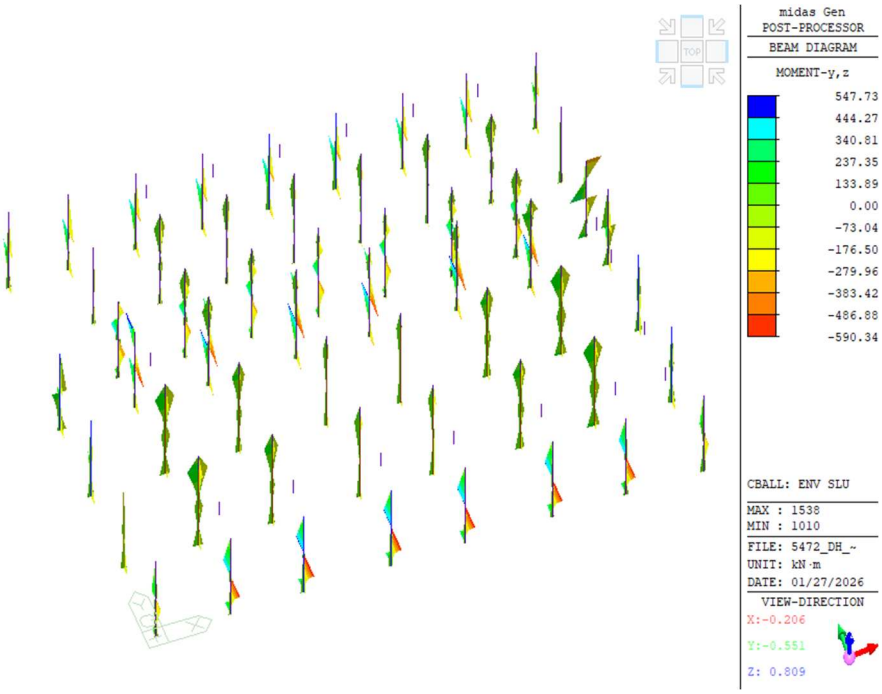
Travi: inviluppo azioni di taglio – SLU



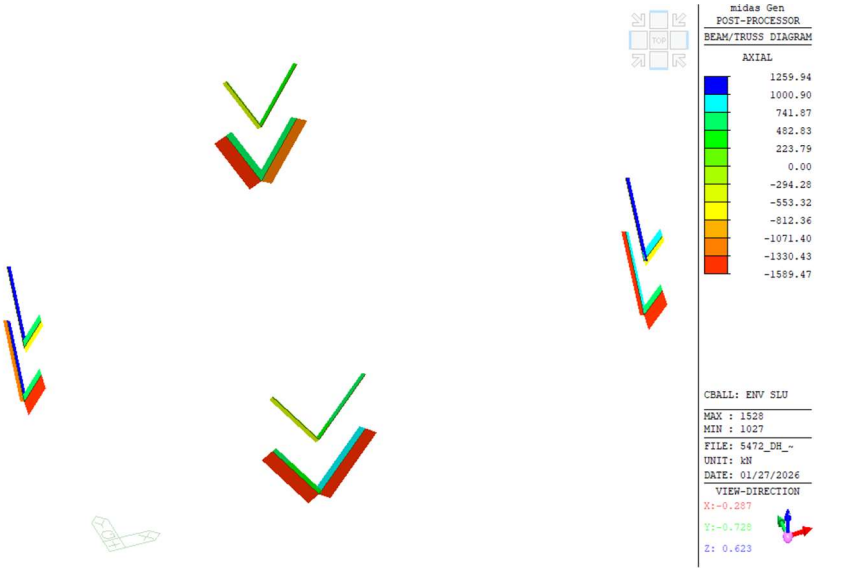
Colonne: inviluppo azioni assiali – SLU



Colonne: inviluppo azioni di taglio - SLU

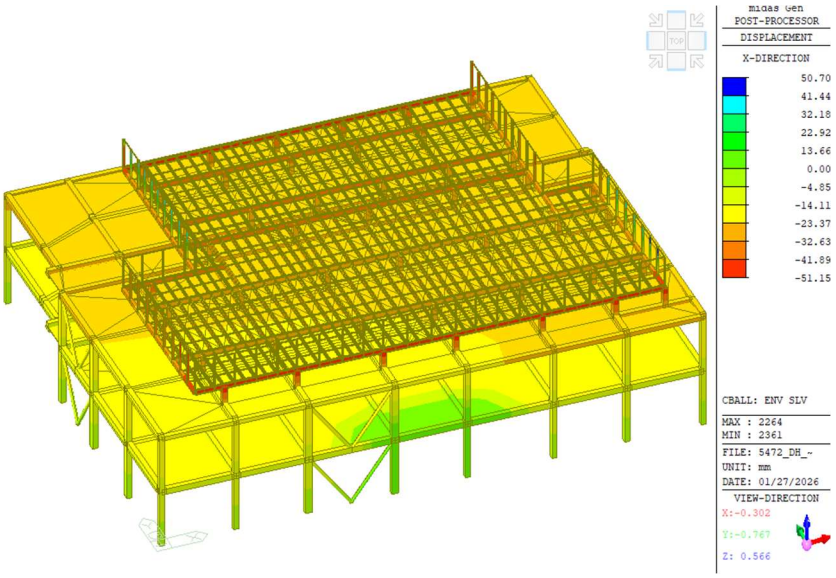


Colonne: inviluppo del momento flettente My-Mz– SLU

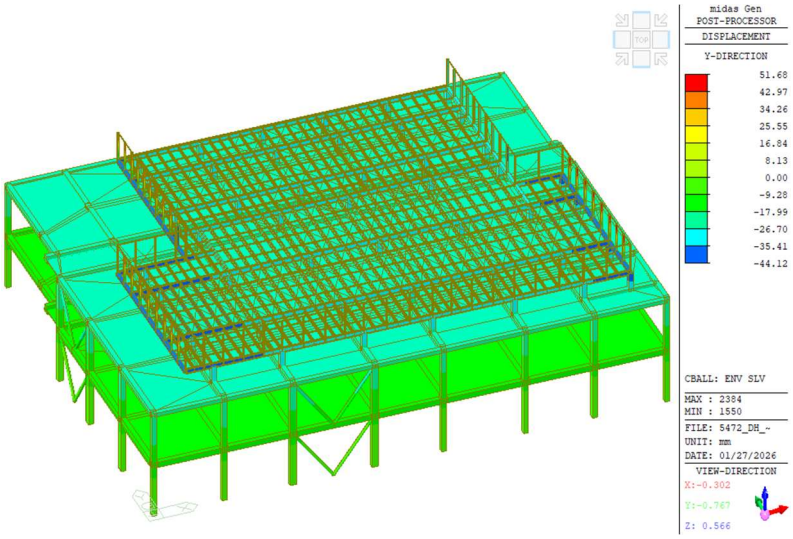


Controventi verticali: inviluppo azione assiale - SLU

13.4 Spostamenti SLV – Azione sismica



Inviluppo spostamenti sismico nella direzione X – SLV

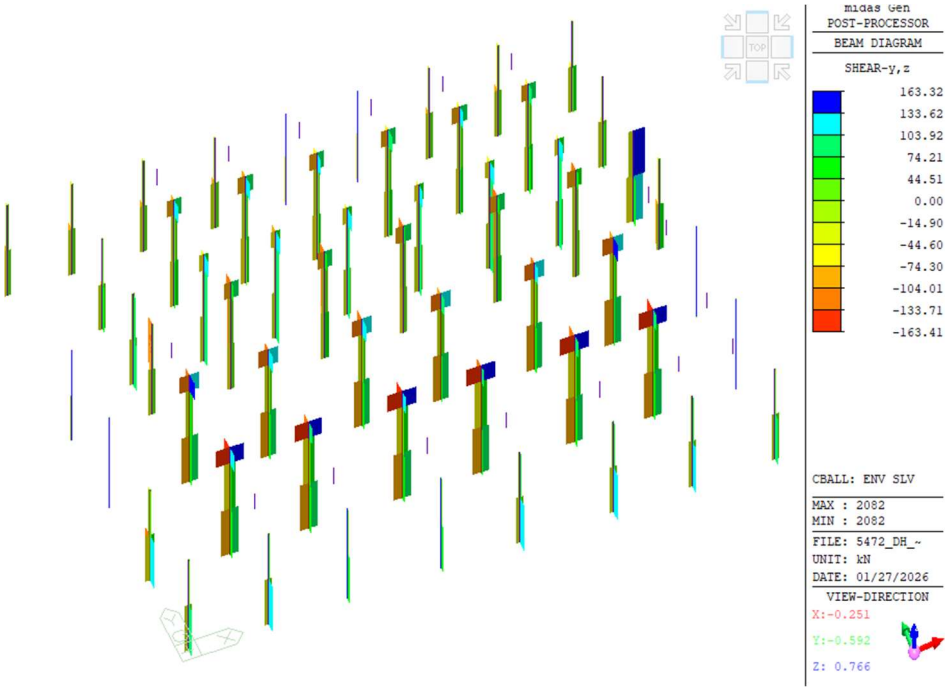


Inviluppo spostamenti sismico nella direzione Y – SLV

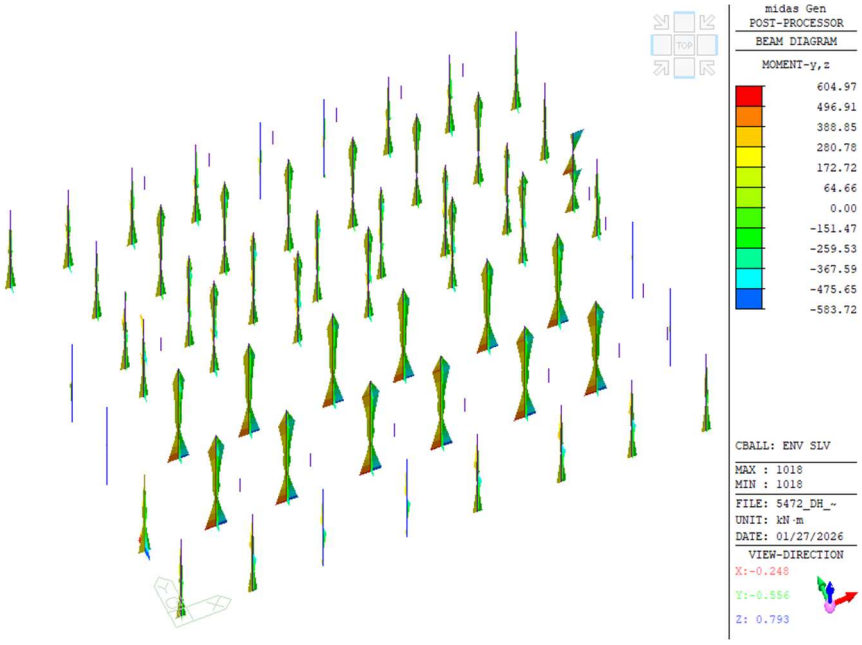
Gli spostamenti SLV devono essere incrementati del fattore di comportamento q=1,5. (secondo il paragrafo 7.3.3.3 NTC18)

13.5 Forze interne – azione sismica

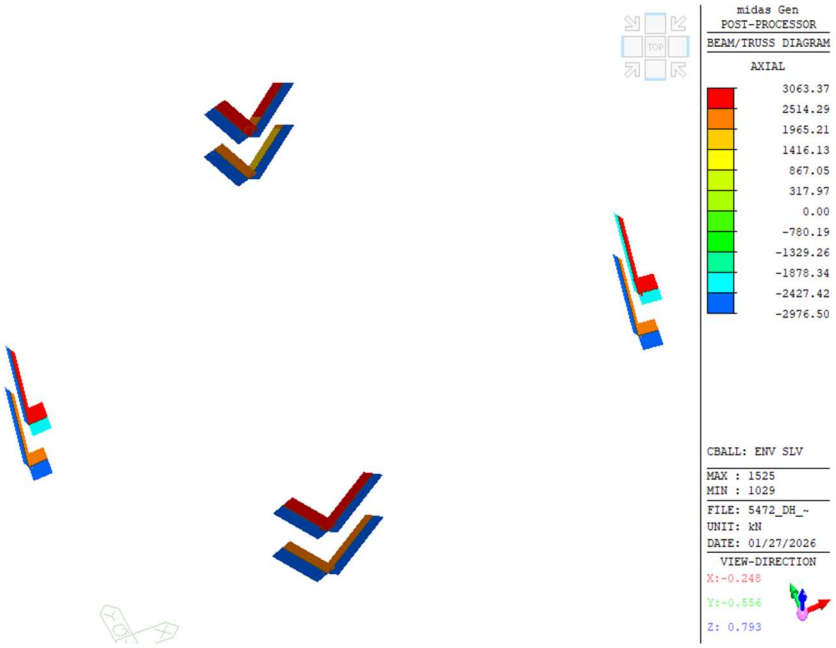
Colonne: inviluppo azioni assiali – SLV



Colonne: inviluppo azioni di taglio – SLV



Colonne: inviluppo del momento flettente – SLV



Controventi verticale: inviluppo delle azioni assiali - SLV

13.6 Verifica di operatività (RIG)

In base alle prestazioni sismiche definite nei capitoli precedenti, è necessario garantire lo stato funzionale della struttura (SLO) per un livello di azione sismica corrispondente a un periodo di ritorno pari a 60 anni. Tale requisito, secondo la NTC18, viene verificato con riferimento agli spostamenti tra i piani.

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Drift at the Center of Mass				
					Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0033 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!									
SLO1	GANTRY	4.00	-	0.0033	0.0049	0.0049	2.4543	0.0012	OK
SLO1	PIANO COPERTURA	2.50	-	0.0033	0.0069	0.0069	1.7002	0.0027	OK
SLO1	PIANO PRIMO	7.00	-	0.0033	0.0057	0.0057	1.0325	0.0008	OK
SLO1	FONDAZIONE	7.00	-	0.0033	0.0048	0.0048	1.0569	0.0007	OK
SLO2	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	2.4559	0.0012	OK
SLO2	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0063	0.0063	1.6036	0.0025	OK
SLO2	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0058	0.0058	1.0372	0.0008	OK
SLO2	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.0362	0.0007	OK
SLO3	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	2.4586	0.0012	OK
SLO3	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.3574	0.0020	OK
SLO3	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0058	0.0058	1.1097	0.0008	OK
SLO3	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1244	0.0007	OK
SLO4	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	2.4602	0.0012	OK
SLO4	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0045	0.0045	1.7249	0.0018	OK
SLO4	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0058	0.0058	1.1573	0.0008	OK
SLO4	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1869	0.0007	OK
SLO5	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	2.5851	0.0011	OK
SLO5	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0063	0.0063	1.5540	0.0025	OK
SLO5	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0883	0.0009	OK
SLO5	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.0366	0.0007	OK
SLO6	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	2.5832	0.0011	OK
SLO6	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0068	0.0068	1.6327	0.0027	OK
SLO6	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0833	0.0009	OK
SLO6	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	1.0760	0.0007	OK
SLO7	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	2.5900	0.0011	OK
SLO7	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	1.8176	0.0018	OK
SLO7	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.1362	0.0009	OK
SLO7	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1624	0.0007	OK
SLO8	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	2.5881	0.0011	OK
SLO8	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.4682	0.0020	OK
SLO8	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.1166	0.0009	OK
SLO8	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.1011	0.0007	OK
SLO9	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.2973	0.0013	OK
SLO9	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	1.9104	0.0021	OK
SLO9	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0054	0.0054	1.0536	0.0008	OK
SLO9	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.1060	0.0007	OK
SLO10	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.2983	0.0013	OK
SLO10	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.7380	0.0020	OK
SLO10	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0054	0.0054	1.0345	0.0008	OK
SLO10	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.0570	0.0007	OK

SLO11	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.3017	0.0013	OK
SLO11	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	1.3320	0.0017	OK
SLO11	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0053	0.0053	1.0778	0.0008	OK
SLO11	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1329	0.0007	OK
SLO12	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.3028	0.0013	OK
SLO12	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0041	0.0041	1.5549	0.0016	OK
SLO12	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0053	0.0053	1.1268	0.0008	OK
SLO12	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1842	0.0007	OK
SLO13	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.2966	0.0013	OK
SLO13	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	1.9305	0.0017	OK
SLO13	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0056	0.0056	1.0463	0.0008	OK
SLO13	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.1081	0.0007	OK
SLO14	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.2956	0.0013	OK
SLO14	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.1094	0.0017	OK
SLO14	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0056	0.0056	1.0826	0.0008	OK
SLO14	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.1563	0.0007	OK
SLO15	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.3008	0.0013	OK
SLO15	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.4215	0.0020	OK
SLO15	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0055	0.0055	1.0960	0.0008	OK
SLO15	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.1007	0.0007	OK
SLO16	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	2.2998	0.0013	OK
SLO16	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	1.4028	0.0019	OK
SLO16	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0055	0.0055	1.0762	0.0008	OK
SLO16	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.0704	0.0007	OK
SLO17	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	2.5303	0.0012	OK
SLO17	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0069	0.0069	1.7071	0.0027	OK
SLO17	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.0364	0.0009	OK
SLO17	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.0443	0.0007	OK
SLO18	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	2.5289	0.0012	OK
SLO18	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0063	0.0063	1.6129	0.0025	OK
SLO18	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.0830	0.0009	OK
SLO18	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.0745	0.0007	OK
SLO19	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	2.5263	0.0012	OK
SLO19	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.3679	0.0020	OK
SLO19	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.1561	0.0009	OK
SLO19	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.1609	0.0007	OK
SLO20	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0047	0.0047	2.5248	0.0012	OK
SLO20	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0045	0.0045	1.7671	0.0018	OK
SLO20	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.2038	0.0009	OK
SLO20	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.2219	0.0007	OK

SLO21	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	2.4169	0.0012	OK
SLO21	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0062	0.0062	1.5694	0.0025	OK
SLO21	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.0927	0.0009	OK
SLO21	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.0478	0.0007	OK
SLO22	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	2.4182	0.0012	OK
SLO22	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0067	0.0067	1.6476	0.0027	OK
SLO22	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0711	0.0009	OK
SLO22	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0048	0.0048	1.0549	0.0007	OK
SLO23	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	2.4133	0.0012	OK
SLO23	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0044	0.0044	1.8300	0.0018	OK
SLO23	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.1518	0.0009	OK
SLO23	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.1836	0.0007	OK
SLO24	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	2.4146	0.0012	OK
SLO24	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.4674	0.0020	OK
SLO24	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0061	0.0061	1.1281	0.0009	OK
SLO24	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1244	0.0007	OK
SLO25	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.6952	0.0011	OK
SLO25	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0054	0.0054	1.9003	0.0022	OK
SLO25	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0307	0.0009	OK
SLO25	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.0739	0.0007	OK
SLO26	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.6936	0.0011	OK
SLO26	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.7315	0.0020	OK
SLO26	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0059	0.0059	1.0276	0.0008	OK
SLO26	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.0243	0.0007	OK
SLO27	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.6891	0.0011	OK
SLO27	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0045	0.0045	1.2560	0.0018	OK
SLO27	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0059	0.0059	1.1286	0.0008	OK
SLO27	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.1702	0.0007	OK
SLO28	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.6876	0.0011	OK
SLO28	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0044	0.0044	1.4648	0.0018	OK
SLO28	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0059	0.0059	1.1731	0.0008	OK
SLO28	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0051	0.0051	1.2196	0.0007	OK
SLO29	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.7100	0.0011	OK
SLO29	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	1.8692	0.0018	OK
SLO29	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0402	0.0009	OK
SLO29	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.0723	0.0007	OK
SLO30	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.7116	0.0011	OK
SLO30	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0046	0.0046	2.0598	0.0018	OK
SLO30	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0060	0.0060	1.0320	0.0009	OK
SLO30	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0050	0.0050	1.1185	0.0007	OK
SLO31	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.7036	0.0011	OK
SLO31	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0052	0.0052	1.3954	0.0021	OK
SLO31	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0059	0.0059	1.1164	0.0008	OK
SLO31	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.1139	0.0007	OK
SLO32	GANTRY	4.00	1.00	0.0033	0.0043	0.0043	2.7052	0.0011	OK
SLO32	PIANO COPERTURA	2.50	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.3868	0.0020	OK
SLO32	PIANO PRIMO	7.00	1.00	0.0033	0.0059	0.0059	1.0966	0.0008	OK
SLO32	FONDAZIONE	7.00	1.00	0.0033	0.0049	0.0049	1.0809	0.0007	OK

Direzione combinata XY

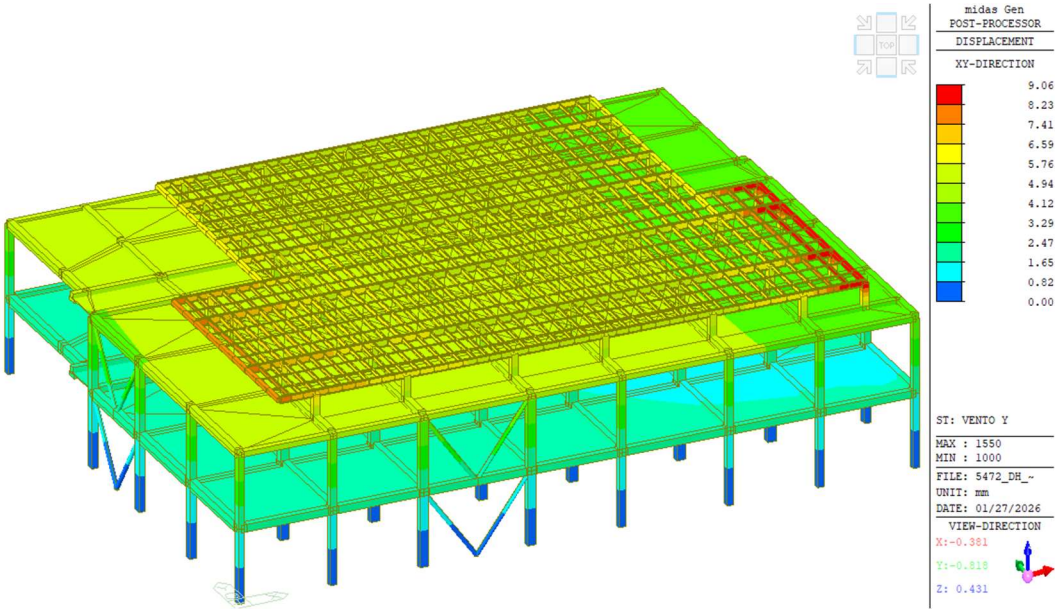
Le tabelle precedenti mostrano che il controllo è soddisfacente.

13.7 Requisiti relativi al vento

In conformità con quanto richiesto dal Cliente(OPR), verrà verificato che il drift di piano sia inferiore a H/400 e che il drift totale sia inferiore a H/500 sotto l'azione del vento.

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0025 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
VENTO X	PIANO COP	2.50	-	0.0025	1303	0.0032	0.0032	0.0013	OK	0.0023	0.0023	1.3811	0.0009	OK
VENTO X	PIANO PRIM	7.00	-	0.0025	1250	0.0018	0.0018	0.0003	OK	0.0017	0.0017	1.0457	0.0002	OK
VENTO X	FONDAZIO	7.00	-	0.0025	1061	0.0010	0.0010	0.0001	OK	0.0009	0.0009	1.0759	0.0001	OK
VENTO Y	PIANO COP	2.50	1.00	0.0025	1329	0.0051	0.0051	0.0020	OK	0.0025	0.0025	2.0290	0.0010	OK
VENTO Y	PIANO PRIM	7.00	1.00	0.0025	1223	0.0026	0.0026	0.0004	OK	0.0025	0.0025	1.0323	0.0004	OK
VENTO Y	FONDAZIO	7.00	1.00	0.0025	1019	0.0017	0.0017	0.0002	OK	0.0017	0.0017	1.0377	0.0002	OK

Direzione combinata XY

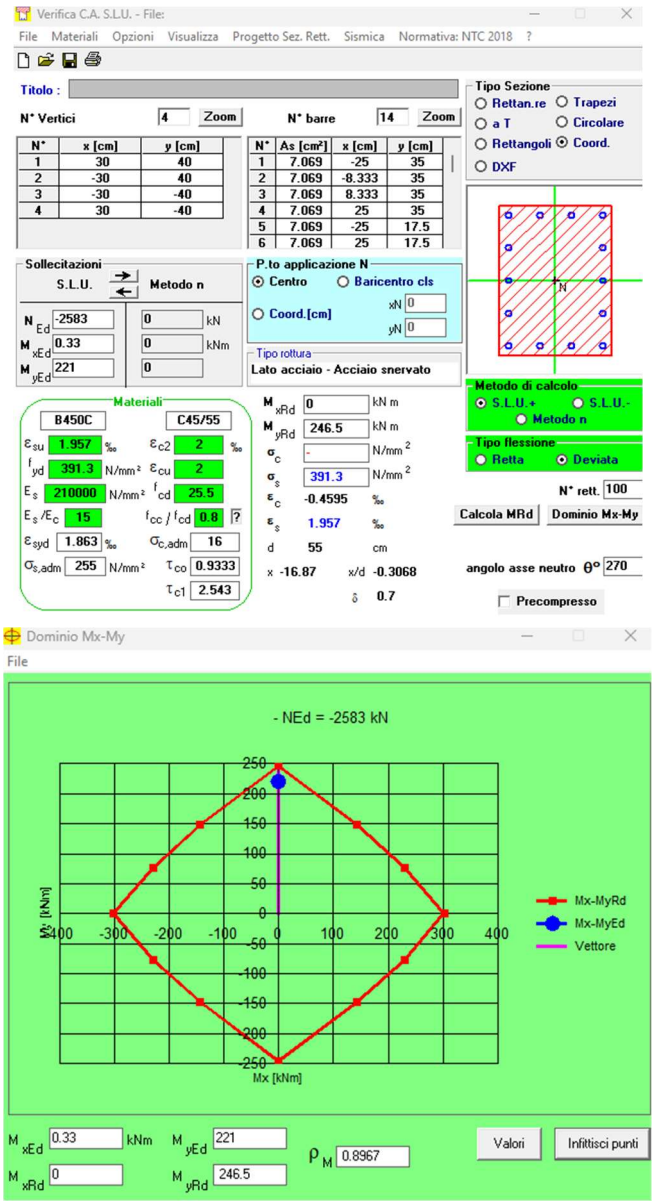


limite drift [h/500]	33	mm

Le tabelle precedenti e l'immagine mostrano che il controllo è soddisfacente.

13.8 Verifica di resistenza

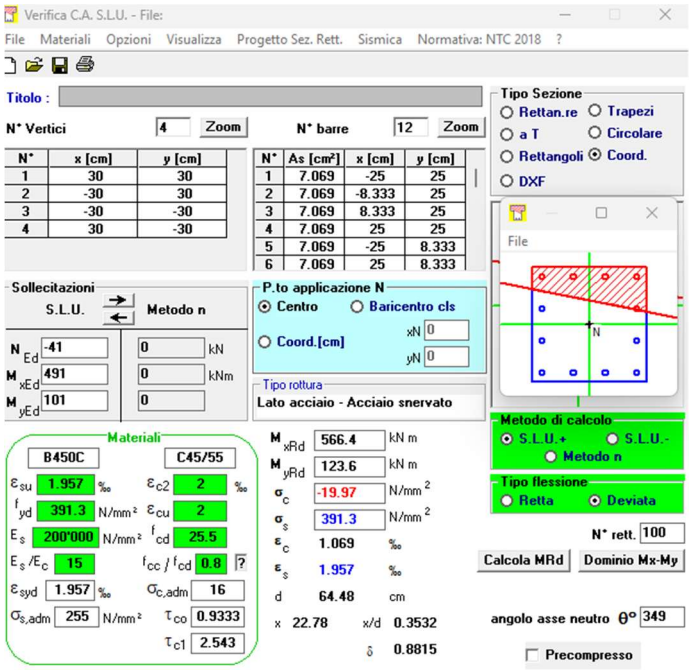
Di seguito sono riportati i rapporti di resistenza e il rapporto di verifica della colonna in c.a più sollecitata.

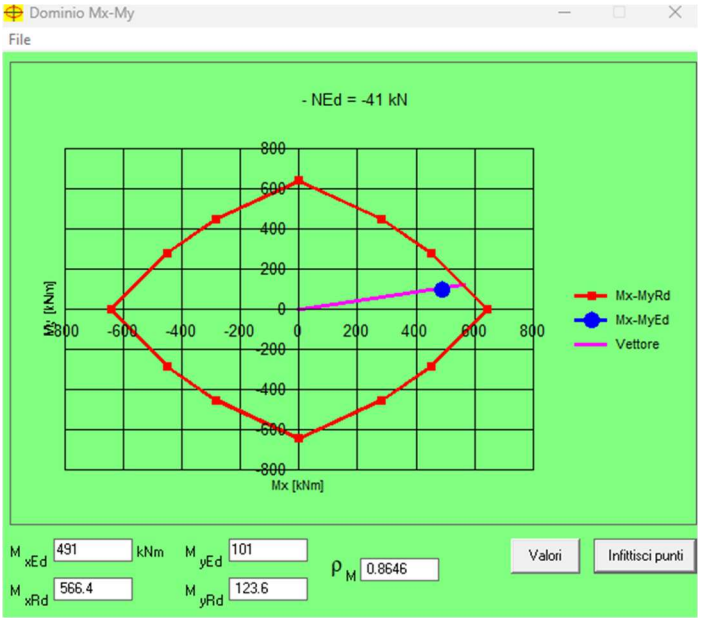


verifica resistenza SLU/SLV – colonna 60x80: 14Ø30

C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
600	800	50	750	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
201.06	0.00		4.33	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
600	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
133	663.83		1806.32	
VERIFICATO				

Verifica taglio SLU - Sismico - colonna 60x80





Verifica di resistenza SLU/SLV - colonna 60x60:12Ø30

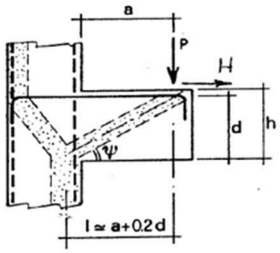
C45/55				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
600	600	50	550	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	2
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
100.53	0.00		6.20	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
600	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
163	243.41		1324.64	
VERIFICATO				

Verifica a taglio SLU - Sismico - colonna 60x80

CARICO AGENTE	PEd =	2160.00	KN
ALTEZZA MENSOLA	h =	70.00	cm
BASE MENSOLA	B =	80.00	cm
COPRIFERRO	copr.=	5.00	cm
DISTANZA	a =	20.00	cm
RESISTENZA CLS	fcd =	25.87	MPa
RESISTENZA ACCIAIO	fyd =	391.30	MPa
COEFFICIENTE	c =	1.00	1 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura 1,5 per sbalzi di travi provvisti di staffatura
ARMATURA	As =	3769.91	mm^2
ALTEZZA UTILE	d =	65.00	cm
DISTANZA	l =	33.00	cm
LAMBDA	λ =	0.56	
RESISTENZA ARMATURA	PRs =	2615.07	KN
RESISTENZA PUNTONE CLS	PRc =	4081.75	KN

calcolo area barre

n° barre	diametro barra [mm^2]	Area totalebarre [mm^2]
8	20	2513.27
4	20	1256.64
		0.00
	Area totale armatura	3769.91

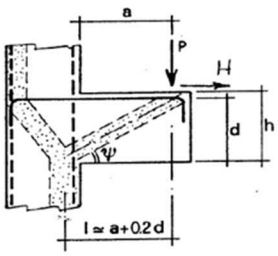


Verifica mensole P60x80

CARICO AGENTE	PEd =	2077.00	KN
ALTEZZA MENSOLA	h =	70.00	cm
BASE MENSOLA	B =	60.00	cm
COPRIFERRO	copr.=	5.00	cm
DISTANZA	a =	20.00	cm
RESISTENZA CLS	fcd =	25.87	MPa
RESISTENZA ACCIAIO	fyd =	391.30	MPa
COEFFICIENTE	c =	1.00	1 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura 1,5 per sbalzi di travi provvisti di staffatura
ARMATURA	As =	3141.59	mm^2
ALTEZZA UTILE	d =	65.00	cm
DISTANZA	l =	33.00	cm
LAMBDA	λ =	0.56	
RESISTENZA ARMATURA	PRs =	2179.22	KN
RESISTENZA PUNTONE CLS	PRc =	3061.31	KN

calcolo area barre

n° barre	diametro barra [mm^2]	Area totalebarre [mm^2]
6	20	1884.96
4	20	1256.64
		0.00
	Area totale armatura	3141.59



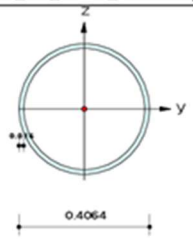
Verifica mensole P60x60

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 1029
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name CHS-HF 406.4X16 (No:50)
(Rolled : CHS-HF 406.4X16).
Member Length : 8.66083



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -2976.5 (LCB: 51, POS:I)
Bending Moments My = 0.00000, Mz = 0.00000
End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 53, POS:I)
Fzz = 0.00000 (LCB: 53, POS:I)

Outer Dia.	0.40640	Wall Thick	0.01600
Area	0.01962	Asz	0.00981
Qyb	0.03817	Qzb	0.03817
Iyy	0.00037	Izz	0.00037
Ybar	0.20320	Zbar	0.20320
Wely	0.00184	Welz	0.00184
ry	0.13810	rz	0.13810

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 8.66083, Lz = 8.66083, Lb = 8.66083
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

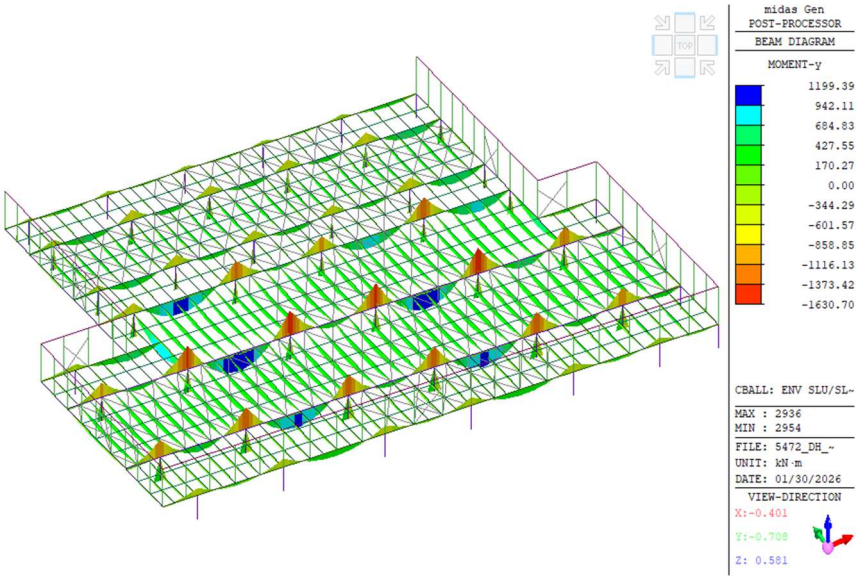
Slenderness Ratio
KL/r = 62.7 < 200.0 (Memb:1029, LCB: 51)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 2976.50/5198.09 = 0.573 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 0.000/824.939 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0.000/824.939 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.572 < 1.000 .. O.K
Torsion Strength
T_Ed/T_Rd = 0.000/719.487 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K

Modeling, Integrated Design & Analysis Software
)http://www.MidasUser.com
Gen 2026

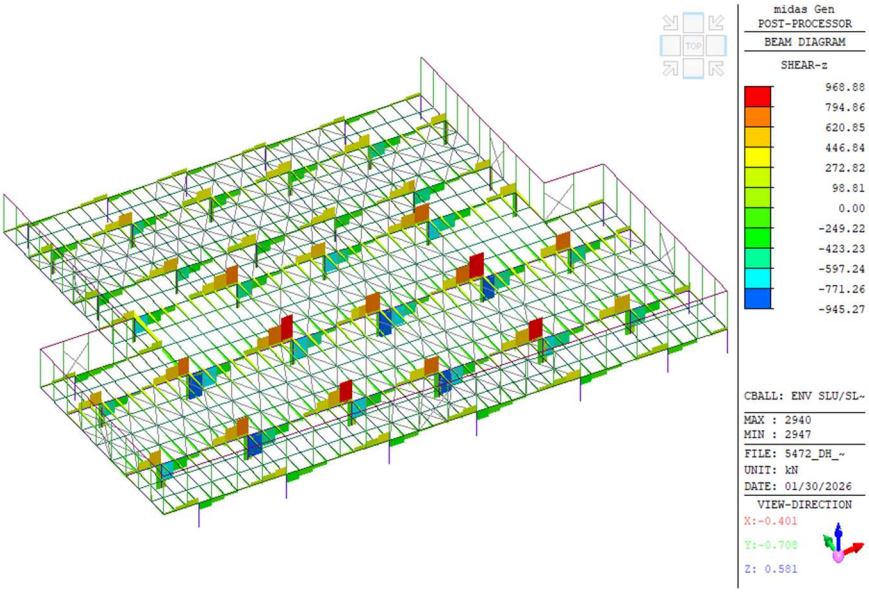
Print Date/Time : 01/27/2026 12:29

Controvento in acciaio Ø406.4x16

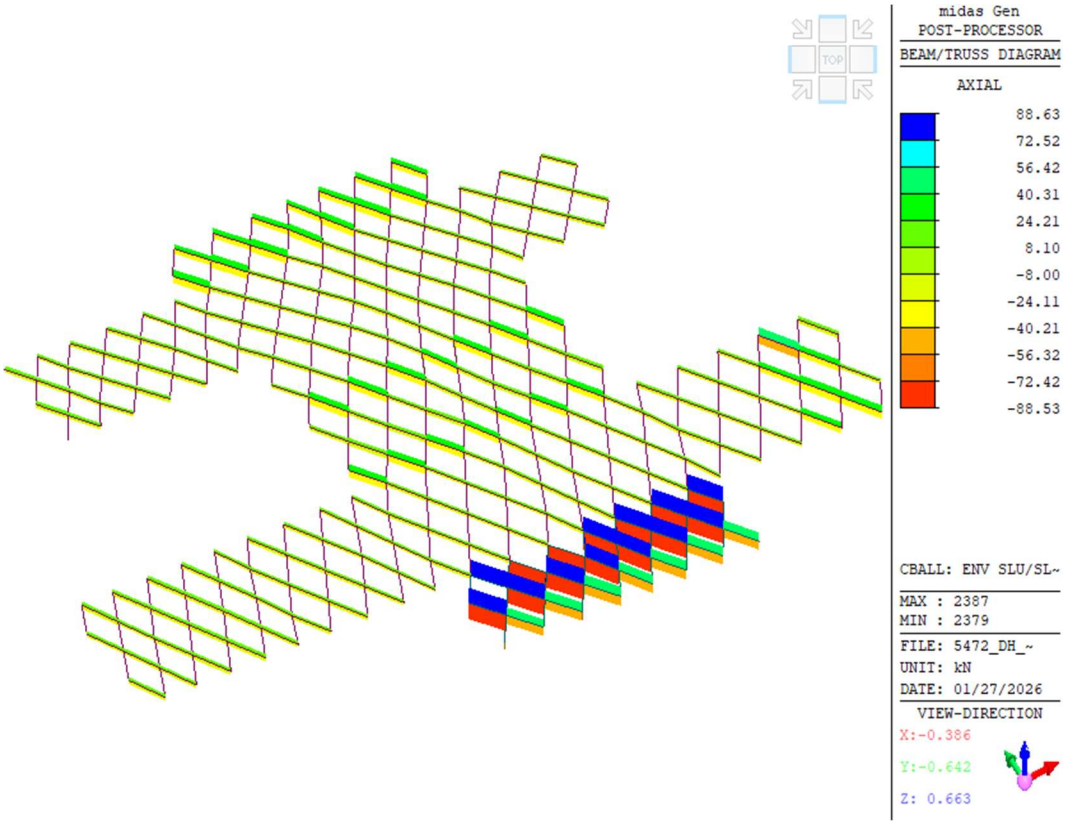
13.9 Copertura gantry in acciaio: forze interne SLU/SLV



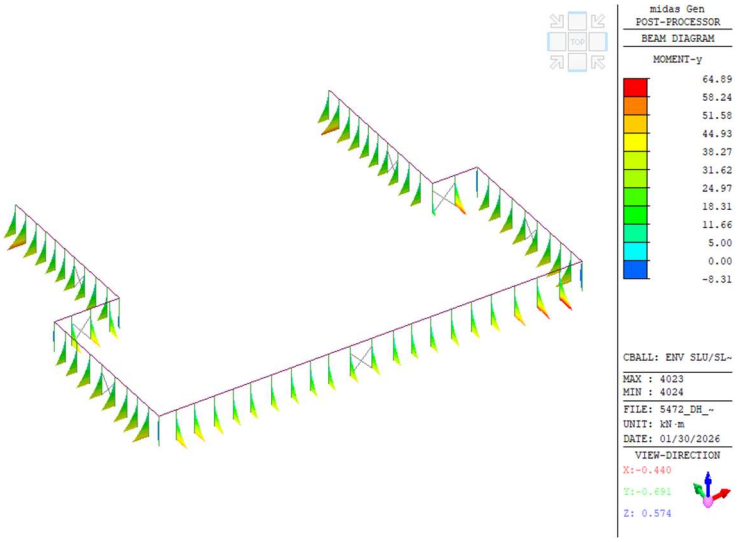
Travi: inviluppo momento flettente – SLU/SLV



Travi: Inviluppo azioni di taglio – SLU/SLV



Controvento orizzontale: inviluppo azioni assiali – SLU /SLV

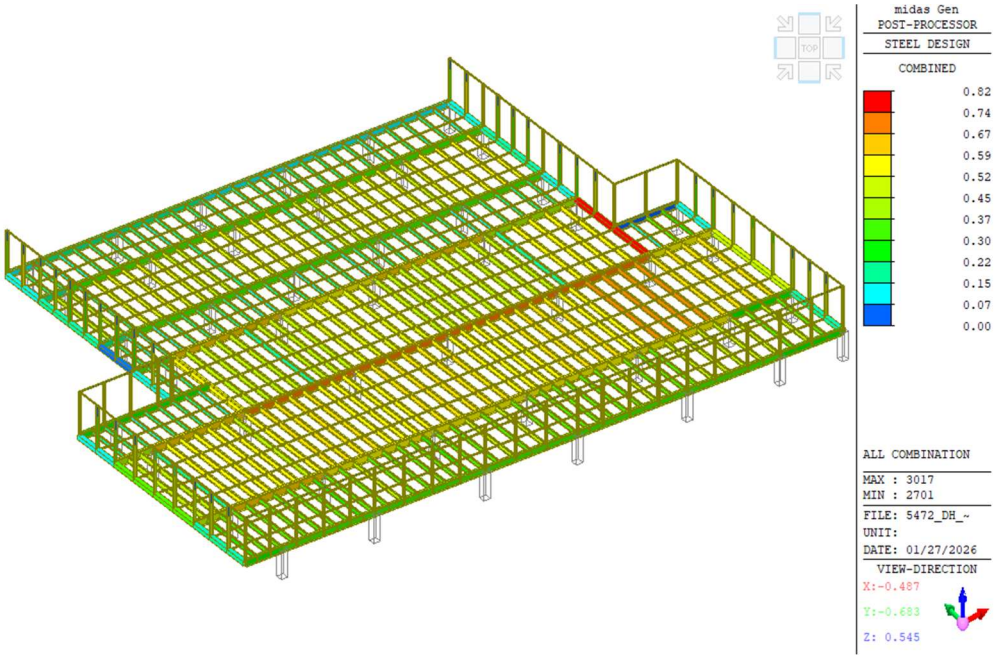


Barriera acustica: inviluppo momento flettente – SLU/SLV

13.10 Copertura gantry in acciaio: Verifica di resistenza/deformazione

Di seguito sono riportate le verifiche delle travi e dei controventi.

CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Class	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed	T,Ed	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Req.	Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd	T,Rd	Defa
OK	3303	60		HEA650		4	Class1	10.1000	10.1000	1.000	1.000	-16.313	-	-1310.7	5.37286	30.3051	688.804	-	-
	0.643	0.341		S355	355000		-	1.32600	1.32600	1.000	1.000	8181.90	-	2074.55	404.629	3174.33	2021.29	-	-
OK	2955	61		HEA700		4	Class1	8.50000	8.50000	1.000	1.000	-58.470	-	-1629.4	4.57531	39.6224	852.306	-	-
	0.700	0.375		S355	355000		-	1.07000	1.07000	1.000	1.000	8790.48	-	2377.49	422.088	3275.06	2273.98	-	-
OK	2531	64		IPE500		4	Class1	10.2000	10.2000	1.000	1.000	-16.176	412.146	412.146	0.06821	5.36992	161.422	-	-
	0.680	0.137		S355	355000		-	2.55000	2.55000	1.000	1.000	3921.90	611.692	741.781	112.306	1332.51	1178.07	-	-
OK	3531	66		IPE400		2	Class1	7.71000	7.71000	1.000	1.000	-9.7408	-	233.438	0.19062	5.44727	120.919	-	-
	0.534	0.145		S355	355000		-	1.92750	1.92750	1.000	1.000	2856.90	-	442.229	76.2732	1023.27	834.106	-	-
OK	3019	67		IPE360		30	Class4	4.60000	4.60000	1.000	1.000	-4.5745	-	-0.3202	13.0153	10.4200	80.0073	-	-
	0.318	0.117		S355	355000		-	2.30000	2.30000	1.000	1.000	2377.90	-	293.436	41.4205	896.590	685.306	-	-
OK	3139	68		HEA100		25	Class1	1.42000	1.42000	1.000	1.000	-85.796	-	0.04113	0.00000	0.00000	0.15063	-	-
	0.172	0.001		S355	355000		-	1.42000	1.42000	1.000	1.000	501.404	-	28.0619	13.6929	335.743	146.790	-	-
OK	2975	71		HEA600		2	Class1	9.46000	9.46000	1.000	1.000	-16.609	-	922.235	3.87103	19.8420	265.827	-	-
	0.520	0.147		S355	355000		-	2.43000	2.43000	1.000	1.000	7640.95	-	1808.81	388.071	3041.21	1810.47	-	-
OK	4023	72		IPE240		16	Class1	3.00000	3.00000	0.771	0.850	-1.5837	64.8926	64.8926	-0.2150	0.32802	32.4510	-	-
	0.696	0.087		S355	355000		-	3.00000	3.00000	1.000	0.850	1321.95	93.1753	123.743	24.5721	496.494	373.370	-	-
OK	3017	80		RHS-HF 400X400X10 UNI7		4	Class4	9.46000	2.43000	1.000	1.000	-53.313	-	507.014	0.68723	29.7900	183.849	48.4591	-
	0.816	0.129		S355	355000		-	2.43000	2.43000	1.000	1.000	5153.27	-	630.954	668.955	1465.06	1429.05	565.170	-



Fattore di utilizzo – elemento in acciaio SLU/SLV inviluppo

Di seguito si riporta la verifica del sistema di controvento (solo tensione)

d	20	mm
fyd	338.1	N/mm
A	314.16	mm^2
Frd	106.21	kN
Fed (x2)	91.88	kN
cs	0.86	-

Ø20 check

d	26	mm
fyd	338.1	N/mm
A	530.9	mm^2
Frd	179.50	kN
Fed (x2)	177.26	kN
cs	0.98	-

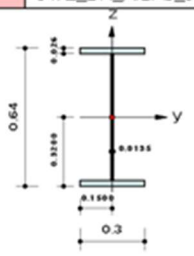
Le verifiche sono soddisfatte.

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barrie

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 3303
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name HEA650 (No:60)
(Rolled : HEA650).
Member Length : 10.1000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -16.313 (LCB: 4, POS:J)
Bending Moments My = -1310.7, Mz = 5.37286
End Moments Myi = -399.49, Myj = -1310.7 (for Lb)
Myi = -997.84, Myj = -1310.7 (for Ly)
Mzi = -1.0132, Mzj = 5.37286 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -30.305 (LCB: 35, POS:J)
Fzz = 688.804 (LCB: 4, POS:J)

Depth	0.64000	Web Thick	0.01350
Top F Width	0.30000	Top F Thick	0.02600
Bot.F Width	0.30000	Bot.F Thick	0.02600
Area	0.02420	Asz	0.00864
Qyb	0.22060	Qzb	0.01125
Iyy	0.00175	Izz	0.00012
Ybar	0.15000	Zbar	0.32000
Wely	0.00547	Welz	0.00078
ry	0.26900	rz	0.06970

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 10.1000, Lz = 1.32600, Lb = 1.32600
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

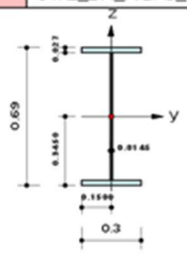
Slenderness Ratio
KL/r = 37.5 < 200.0 (Memb:3303, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 16.31/8181.90 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 1310.72/2074.55 = 0.632 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 5.373/404.629 = 0.013 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.643 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.010 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.341 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barrie

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 2955
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name HEA700 (No:61)
(Rolled : HEA700).
Member Length : 8.50000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -58.470 (LCB: 4, POS:I)
Bending Moments My = -1629.4, Mz = 4.57531
End Moments Myi = -1629.4, Myj = -720.03 (for Lb)
Myi = -1629.4, Myj = -1111.8 (for Ly)
Mzi = 4.57531, Mzj = 1.18555 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 39.6224 (LCB: 51, POS:J)
Fzz = -852.31 (LCB: 2, POS:I)

Depth	0.69000	Web Thick	0.01450
Top F Width	0.30000	Top F Thick	0.02700
Bot F Width	0.30000	Bot F Thick	0.02700
Area	0.02600	Asz	0.01001
Qyb	0.23574	Qzb	0.01125
Iyy	0.00215	Izz	0.00012
Ybar	0.15000	Zbar	0.34500
Wely	0.00624	Welz	0.00081
ry	0.28800	rz	0.06840

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 8.50000, Lz = 1.07000, Lb = 1.07000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

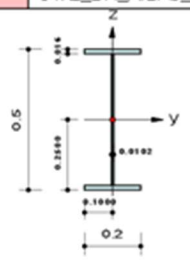
Slenderness Ratio
KL/r = 35.1 < 200.0 (Memb:2425, LCB: 1)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 58.47/8790.48 = 0.007 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 1629.45/2377.49 = 0.685 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 4.575/422.088 = 0.011 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.700 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.012 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.375 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barrie

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 2531
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name IPE500 (No:64)
(Rolled : IPE500).
Member Length : 10.2000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -16.176 (LCB: 4, POS:1/2)
Bending Moments My = 412.146, Mz = 0.06821
End Moments Myi = 412.146, Myj = 309.050 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = 0.06821, Mzj = -0.0283 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 5.36992 (LCB: 46, POS:1/2)
Fzz = -161.42 (LCB: 5, POS:I)

Depth	0.50000	Web Thick	0.01020
Top F Width	0.20000	Top F Thick	0.01600
Bot.F Width	0.20000	Bot.F Thick	0.01600
Area	0.01160	Asz	0.00510
Qyb	0.10330	Qzb	0.00500
Iyy	0.00048	Izz	0.00002
Ybar	0.10000	Zbar	0.25000
Wely	0.00193	Welz	0.00021
ry	0.20336	rz	0.04374

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 10.2000, Lz = 2.55000, Lb = 2.55000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

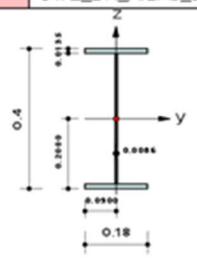
Slenderness Ratio
KL/r = 58.3 < 200.0 (Memb:2531, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 16.18/3921.90 = 0.004 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 412.146/611.692 = 0.674 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0.068/112.306 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.680 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.004 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.137 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barriera

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 3531
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name IPE400 (No:66)
(Rolled : IPE400).
Member Length : 7.71000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -9.7408 (LCB: 2, POS:1/2)
Bending Moments My = 233.438, Mz = 0.19062
End Moments Myi = 233.438, Myj = 175.039 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = 0.19062, Mzj = 0.04629 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 5.44727 (LCB: 33, POS:1/2)
Fzz = 120.919 (LCB: 5, POS:J)

Depth	0.40000	Web Thick	0.00860
Top F Width	0.18000	Top F Thick	0.01350
Bot.F Width	0.18000	Bot.F Thick	0.01350
Area	0.00845	Asz	0.00344
Qyb	0.07200	Qzb	0.00405
Iyy	0.00023	Izz	0.00001
Ybar	0.09000	Zbar	0.20000
Wely	0.00116	Welz	0.00015
ry	0.16467	rz	0.04036

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 7.71000, Lz = 1.92750, Lb = 1.92750
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

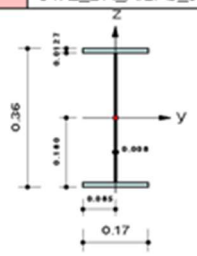
Slenderness Ratio
KL/r = 53.7 < 200.0 (Memb:2164, LCB: 2)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 9.74/2856.90 = 0.003 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 233.438/442.229 = 0.528 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0.1906/76.2732 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.534 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.005 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.145 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg b

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 3019
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name IPE360 (No:67)
(Rolled : IPE360).
Member Length : 4.60000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -4.5745 (LCB: 30, POS:J)
Bending Moments My = -0.3202, Mz = 13.0153
End Moments Myi = 41.8624, Myj = -0.3202 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = -0.3202 (for Ly)
Mzi = -10.574, Mzj = 13.0153 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -10.420 (LCB: 30, POS:1/2)
Fzz = 80.0073 (LCB: 8, POS:J)

Depth	0.36000	Web Thick	0.00800
Top F Width	0.17000	Top F Thick	0.01270
Bot.F Width	0.17000	Bot.F Thick	0.01270
Area	0.00727	Asz	0.00288
Qyb	0.06086	Qzb	0.00361
Iyy	0.00016	Izz	0.00001
Ybar	0.08500	Zbar	0.18000
Wely	0.00090	Welz	0.00012
ry	0.14897	rz	0.03858

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 4.60000, Lz = 2.30000, Lb = 2.30000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

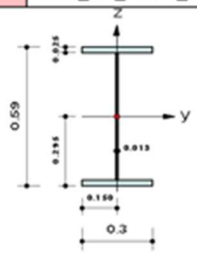
Slenderness Ratio
KL/r = 63.0 < 200.0 (Memb:3164, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 4.57/2377.90 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 0.320/293.436 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 13.0153/41.4205 = 0.314 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.byN = N_Ed/(Aeff*fy/γM0), R.byM = (M_Edy+N_Ed*eNy)/My_Rd + (M_Edz+N_Ed*eNz)/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*Aeff*fy/γM1)
Rb.LT1 = kyy*(M_Edy+N_Ed*eNy)/(χLT*Weffy*fy/γM1) + kyz*(M_Edz+N_Ed*eNz)/(Weffz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*Aeff*fy/γM1)
Rb.LT2 = kzy*(M_Edy+N_Ed*eNy)/(χLT*Weffy*fy/γM1) + kzz*(M_Edz+N_Ed*eNz)/(Weffz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.byN+R.byM, MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.318 < 1.000 ... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.012 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.117 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barriera

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 2975
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name HEA600 (No:71)
(Rolled : HEA600).
Member Length : 9.46000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -16.609 (LCB: 2, POS:1/2)
Bending Moments My = 922.235, Mz = 3.87103
End Moments Myi = 939.982, Myj = 549.130 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = 4.03616, Mzj = 0.94964 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -19.842 (LCB: 41, POS:1/2)
Fzz = -265.83 (LCB: 2, POS:I)

Depth	0.59000	Web Thick	0.01300
Top F Width	0.30000	Top F Thick	0.02500
Bot F Width	0.30000	Bot F Thick	0.02500
Area	0.02260	Asz	0.00767
Qyb	0.19943	Qzb	0.01125
Iyy	0.00141	Izz	0.00011
Ybar	0.15000	Zbar	0.29500
Wely	0.00479	Welz	0.00075
ry	0.25000	rz	0.07050

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 9.46000, Lz = 2.43000, Lb = 2.43000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

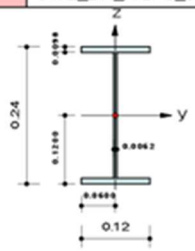
Slenderness Ratio
KL/r = 37.8 < 200.0 (Memb:2975, LCB: 2)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 16.61/7640.95 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 922.23/1808.81 = 0.510 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 3.871/388.071 = 0.010 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.520 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.007 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.147 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg barriera

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 4023
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name IPE240 (No:72)
(Rolled : IPE240).
Member Length : 3.00000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -1.5837 (LCB: 16, POS:I)
Bending Moments My = 64.8926, Mz = -0.2150
End Moments Myi = 64.8926, Myj = 4.04701 (for Lb)
Myi = 64.8926, Myj = 4.04701 (for Ly)
Mzi = -0.2150, Mzj = -0.0481 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 0.32802 (LCB: 14, POS:I)
Fzz = 32.4510 (LCB: 17, POS:I)

Depth	0.24000	Web Thick	0.00620
Top F Width	0.12000	Top F Thick	0.00980
Bot.F Width	0.12000	Bot.F Thick	0.00980
Area	0.00391	Asz	0.00149
Qyb	0.02790	Qzb	0.00180
Iyy	0.00004	Izz	0.00000
Ybar	0.06000	Zbar	0.12000
Wely	0.00032	Welz	0.00005
ry	0.09936	rz	0.02757

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 3.00000, Lz = 3.00000, Lb = 3.00000
Effective Length Factors Ky = 0.77, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Result

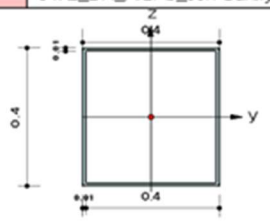
Slenderness Ratio
KL/r = 108.8 < 200.0 (Memb:4023, LCB: 16)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 1.58/1321.95 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 64.8926/93.1753 = 0.696 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0.2150/24.5721 = 0.009 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.605 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.001 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.087 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_DH_RIBA3_con Gantry_Rev.03_agg b

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, m
Member No 3017
Material S355 (No:3)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name RHS-HF 400X400X10 UNI780 (No:80)
(Rolled : RHS-HF 400X400X10 UNI780).
Member Length : 9.46000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -53.313 (LCB: 4, POS:1/2)
Bending Moments My = 507.014, Mz = 0.68723
End Moments Myi = 516.216, Myj = 307.138 (for Lb)
Myi = 516.216, Myj = 307.138 (for Ly)
Mzi = 0.77967, Mzj = -0.9481 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -29.790 (LCB: 41, POS:J)
Fzz = -183.85 (LCB: 5, POS:I)

Depth	0.40000	Web Thick	0.01000
Flg Width	0.40000	Top F Thick	0.01000
Web Center	0.39000	Bot F Thick	0.01000
Area	0.01540	Asz	0.00800
Qyb	0.05705	Qzb	0.05705
Iyy	0.00039	Izz	0.00039
Ybar	0.20000	Zbar	0.20000
Wely	0.00195	Welz	0.00195
ry	0.15900	rz	0.15900

3. Design Parameters

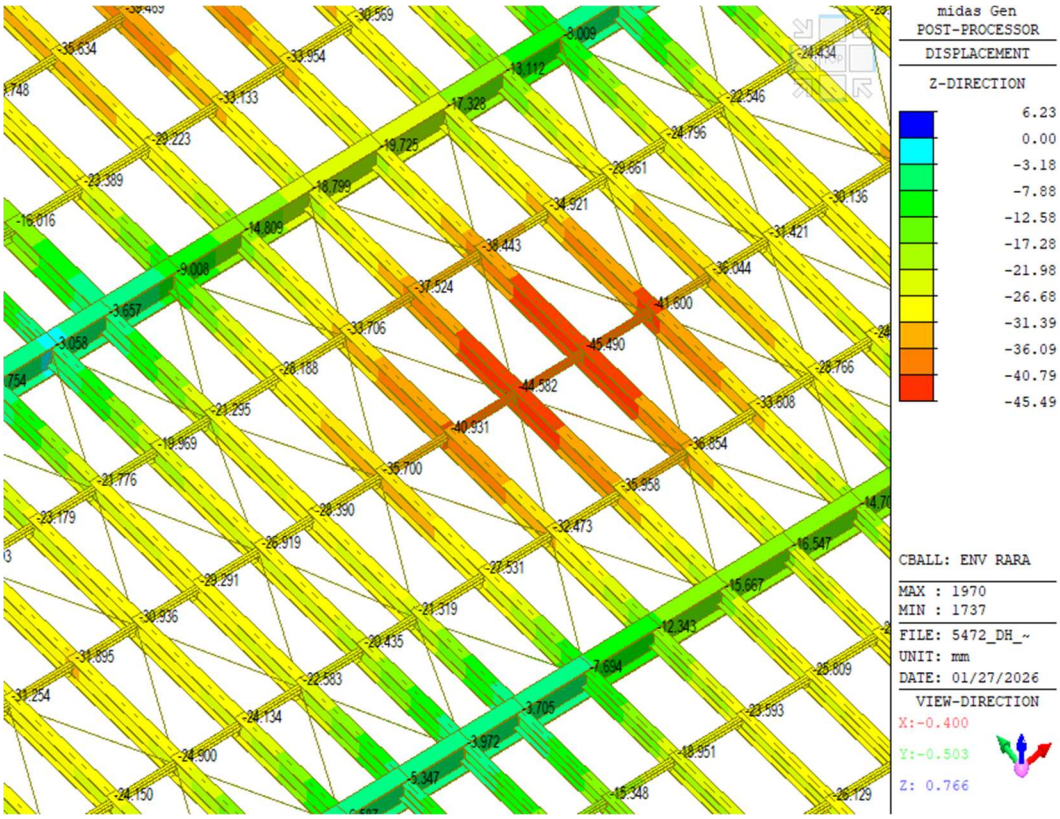
Unbraced Lengths Ly = 2.43000, Lz = 2.43000, Lb = 2.43000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio
KL/r = 28.9 < 200.0 (Memb:3017, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 53.31/5153.27 = 0.010 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 507.014/630.954 = 0.804 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0.687/668.955 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.byN = N_Ed/(Aeff*fy/γM0), R.byM = (M_Edy+N_Ed*eNy)/Wy_Rd + (M_Edz+N_Ed*eNz)/Wz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*Aeff*fy/γM1)
Rb.LT1 = kyy*(M_Edy+N_Ed*eNy)/(χLT*Weffy*fy/γM1) + kyz*(M_Edz+N_Ed*eNz)/(Weffz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*Aeff*fy/γM1)
Rb.LT2 = kzy*(M_Edy+N_Ed*eNy)/(χLT*Weffy*fy/γM1) + kzz*(M_Edz+N_Ed*eNz)/(Weffz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.byN+R.byM, MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.816 < 1.000 ... O.K
Torsion Strength
T_Ed/T_Rd = 48.459/565.170 = 0.086 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.020 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.129 < 1.000 ..... O.K

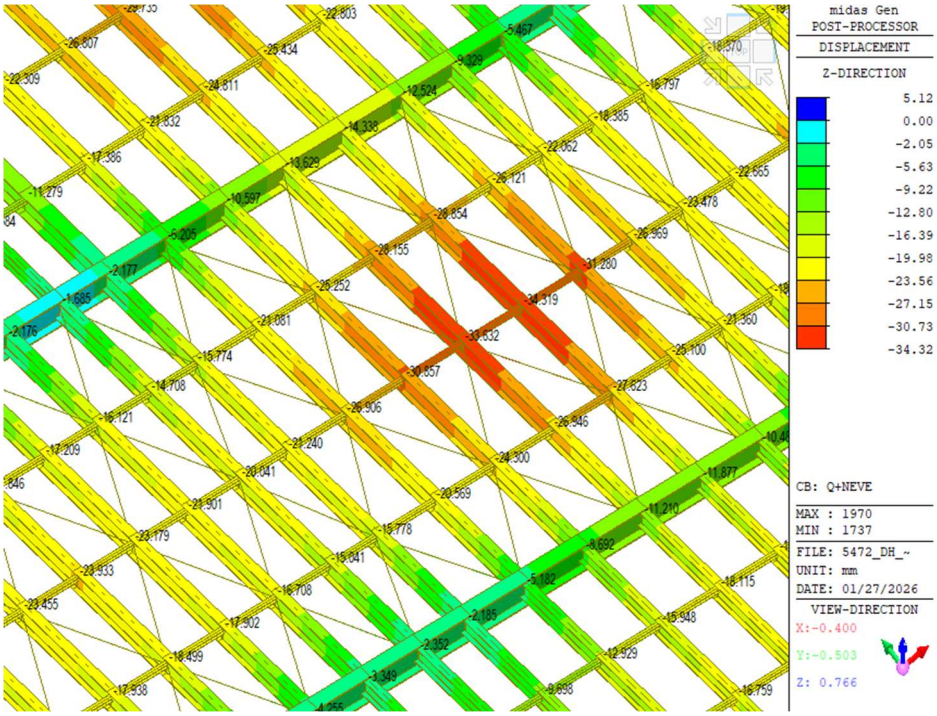
In seguito la verifica di deformazione:

IPE500



IPE500 deformazione verticale totale dovuta al carico

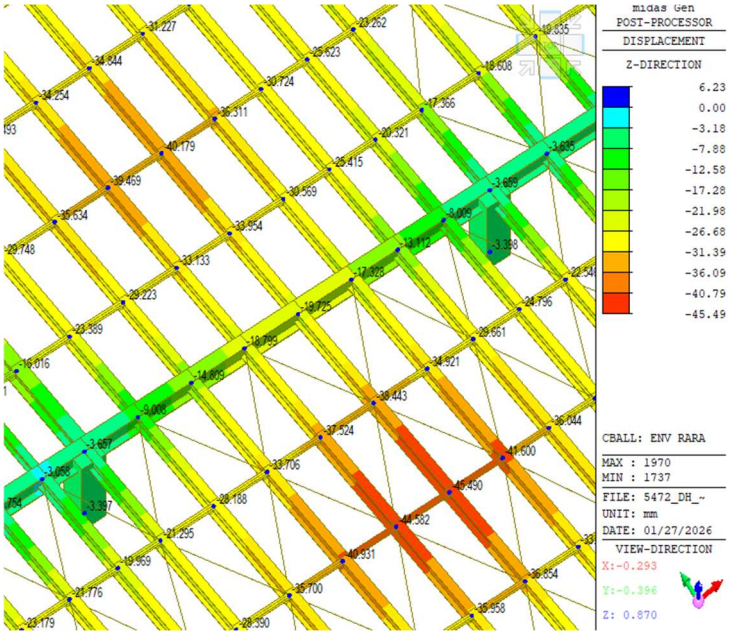
Inviluppo Rara deformazione: 45.49mm-17.5mm = 27.99 mm = L/364 < L/200



IPE500 deformazione verticale dovuta al carico variabile

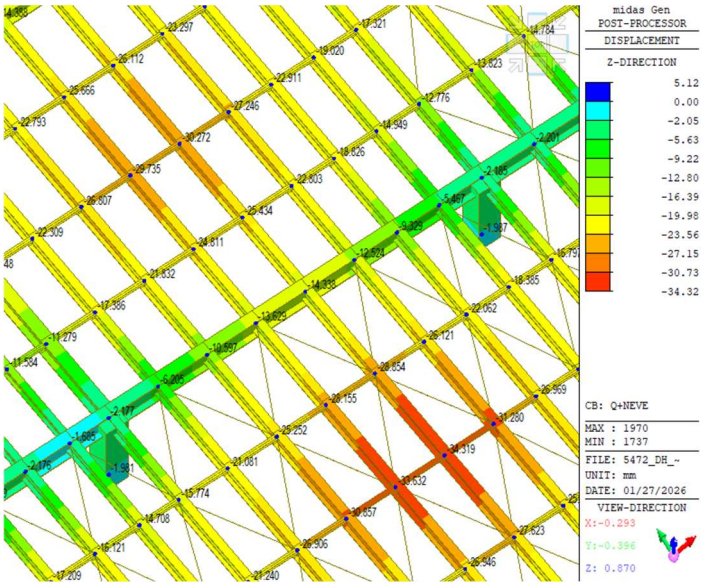
Deformazione combinazione di carico variabile: 34.32mm -12.5mm =21.82 mm = L/467 < L/360

HEA 700



HEA700 deformazione verticale totale dovuta al carico

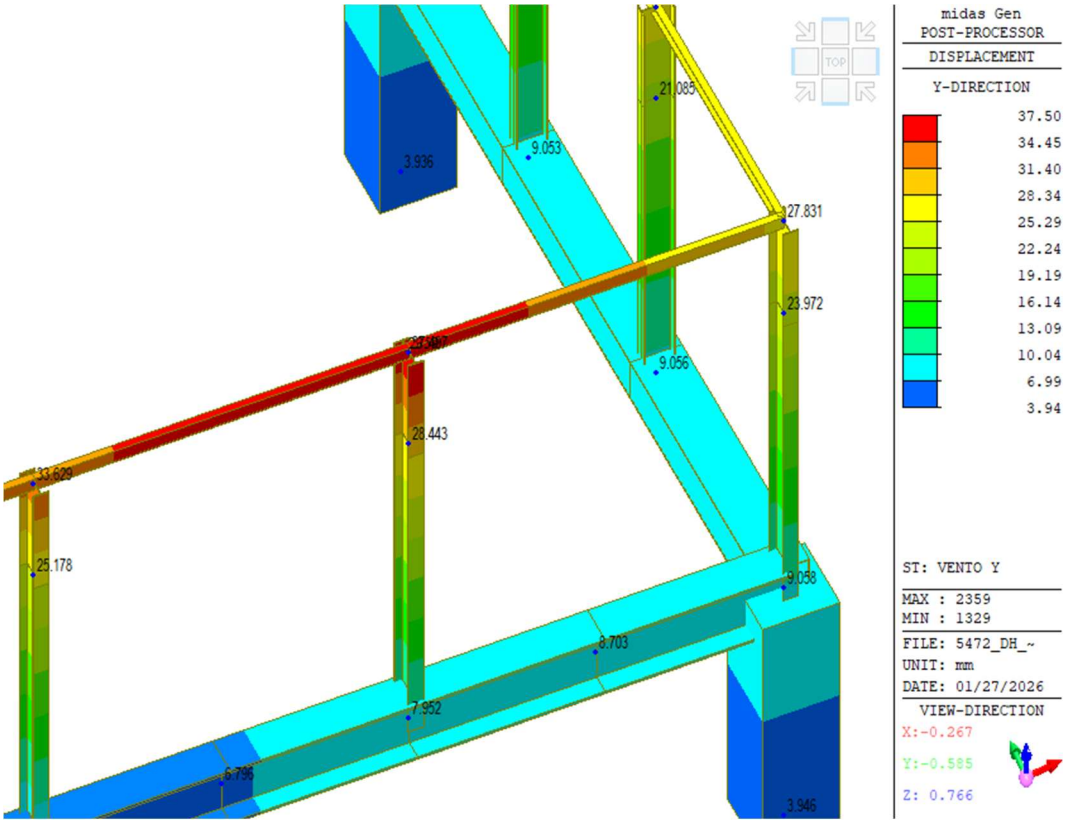
Inviluppo Rara deformazione: 19.72mm = L/512 < L/200



HEA700 deformazione verticale dovuta al carico variabile

Deformazione Combinazione di carico variabile: 14.33 mm = L/704< L/360

IPE240 (barriera acustica)



IPE240 carico vento

Deformazione orizzontale per carico del vento: 37.50mm – 7.95mm = 29.55 mm = 2L/270 < 2L/250

14. UFFICI OVEST

14.1 Analisi Modale

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti, cicli isteretici dei dispositivi, verifiche strutturali.

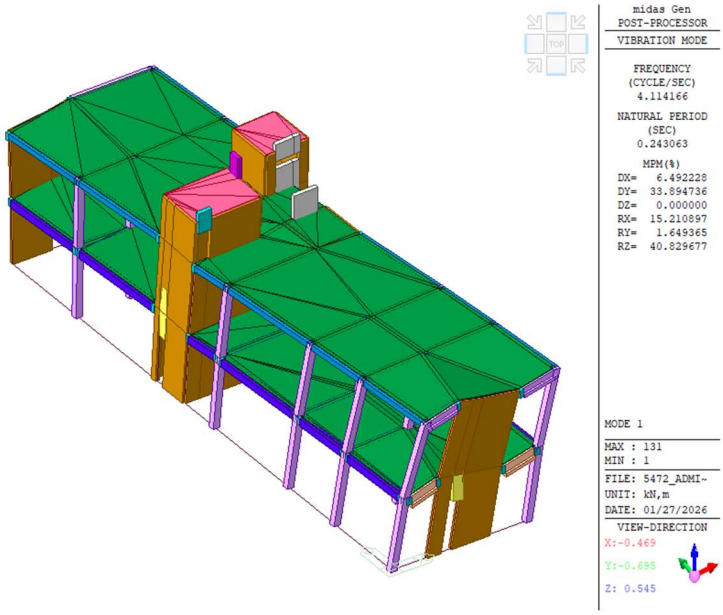
EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	25.8501	4.1142	0.2431	0.0000e+00
2	27.3887	4.3590	0.2294	0.0000e+00
3	33.4030	5.3163	0.1881	0.0000e+00
4	53.9854	8.5920	0.1164	1.0274e-126
5	58.6913	9.3410	0.1071	4.9198e-120
6	62.4862	9.9450	0.1006	4.2857e-115
7	73.3066	11.6671	0.0857	1.5347e-101
8	77.3645	12.3129	0.0812	3.4643e-97
9	82.3209	13.1018	0.0763	7.5123e-92
10	84.5716	13.4600	0.0743	7.8817e-89
11	89.7545	14.2849	0.0700	1.8220e-84
12	105.8546	16.8473	0.0594	6.5445e-72
13	115.8070	18.4313	0.0543	5.3879e-65
14	118.4025	18.8443	0.0531	6.1921e-63
15	127.0270	20.2170	0.0495	4.0433e-57

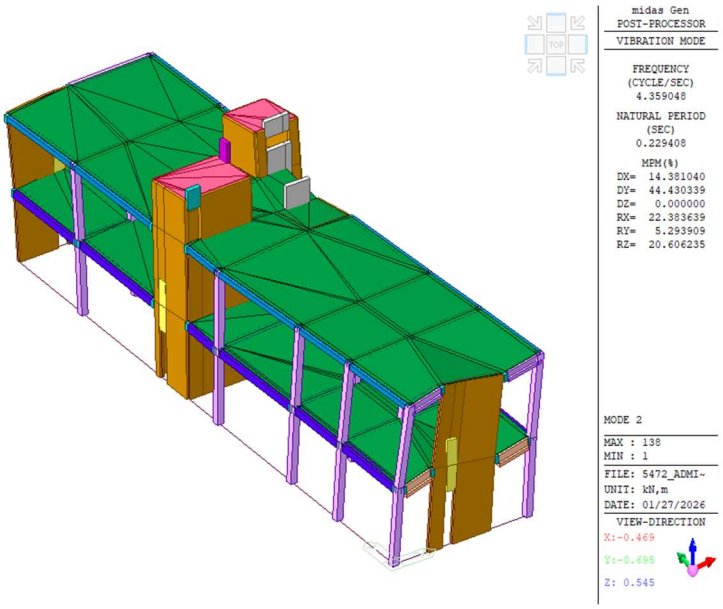
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	6.4922	6.4922	33.8947	33.8947	0.0000	0.0000	15.2109	15.2109	1.6494	1.6494	40.8297	40.8297
2	14.3810	20.8733	44.4303	78.3251	0.0000	0.0000	22.3836	37.5945	5.2939	6.9433	20.6062	61.4359
3	57.2261	78.0994	1.9144	80.2395	0.0000	0.0000	1.1010	38.6956	26.7659	33.7092	18.5091	79.9450
4	3.6163	81.7157	0.4056	80.6451	0.0000	0.0000	0.8329	39.5285	2.4671	36.1763	0.0736	80.0186
5	3.0090	84.7247	0.7252	81.3703	0.0000	0.0000	3.0491	42.5776	22.8670	59.0433	4.2987	84.3173
6	0.6072	85.3319	10.0936	91.4639	0.0000	0.0000	34.5909	77.1685	1.4152	60.4586	0.1083	84.4256
7	0.0146	85.3465	0.0917	91.5556	0.0000	0.0000	0.0500	77.2185	0.0070	60.4655	0.0032	84.4288
8	0.2037	85.5502	0.6991	92.2547	0.0000	0.0000	0.3994	77.6179	0.6330	61.0985	0.0360	84.4649
9	1.2206	86.7708	2.8885	95.1432	0.0000	0.0000	9.9122	87.5302	3.3362	64.4347	1.1723	85.6372
10	4.3401	91.1109	0.7406	95.8838	0.0000	0.0000	2.3380	89.8682	12.5009	76.9357	2.4964	88.1335
11	0.0794	91.1903	0.3265	96.2103	0.0000	0.0000	0.7004	90.5685	1.5717	78.5074	3.8056	91.9391
12	0.0373	91.2277	0.1108	96.3211	0.0000	0.0000	0.8986	91.4671	0.0004	78.5079	0.2653	92.2045
13	1.0395	92.2672	0.2431	96.5642	0.0000	0.0000	0.3865	91.8537	0.8071	79.3150	0.1413	92.3457
14	0.1534	92.4206	0.0468	96.6111	0.0000	0.0000	0.0685	91.9221	0.1250	79.4400	3.3497	95.6954
15	1.4885	93.9091	0.0531	96.6642	0.0000	0.0000	0.1280	92.0501	2.4491	81.8891	1.8247	97.5201

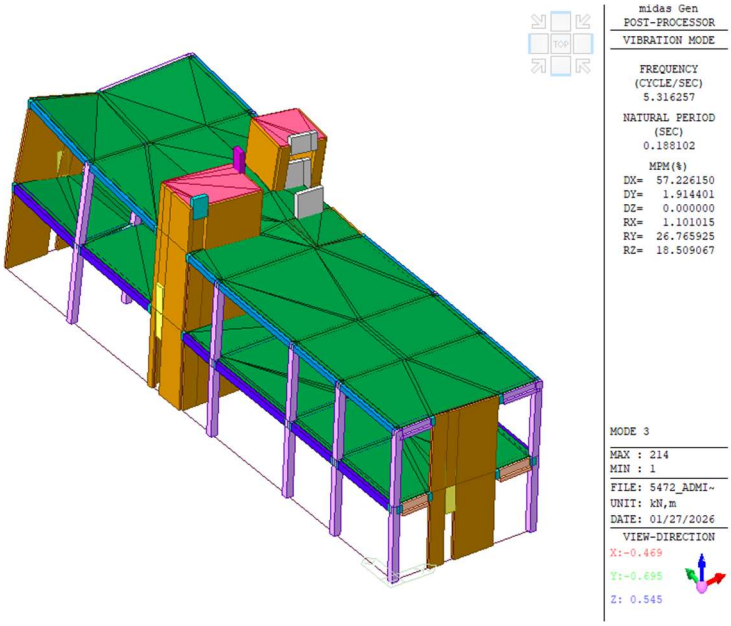
Massa sismica, periodi di vibrazione e masse partecipanti


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
4.114166
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.243063
MPM(%)
DX= 6.492228
DY= 33.894736
DZ= 0.000000
RX= 15.210897
RY= 1.649365
RZ= 40.829677
MODE 1
MAX : 131
MIN : 1
FILE: 5472_ADMI~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.469
Y:-0.695
Z: 0.545

Modo 1


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
4.359048
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.229408
MPM(%)
DX= 14.381040
DY= 44.430339
DZ= 0.000000
RX= 22.383639
RY= 5.293909
RZ= 20.606235
MODE 2
MAX : 138
MIN : 1
FILE: 5472_ADMI~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.469
Y:-0.695
Z: 0.545

Modo 2



Modo 3

14.2 Effetti del secondo ordine

Al fine di valutare la sensibilità della struttura agli effetti di secondo ordine, si è fatto riferimento al paragrafo 7.3.1 del NTC2018.

In particolare, per le costruzioni civili e industriali, le non linearità geometriche possono essere trascurate se:

$$\theta = [P * d_{Er}] / [V * h] \leq 0.1$$

dove:

- - P è il carico verticale totale che agisce sul piano in questione e sulla struttura sovrastante;
- - d_{Er} è lo spostamento orizzontale medio tra i piani, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale del solaio considerato e lo spostamento orizzontale del solaio immediatamente sottostante;
- - V è la forza orizzontale totale che agisce sul solaio;
- - h è la distanza tra il solaio in questione e quello immediatamente sottostante.

Le tabelle seguenti riportano i valori del coefficiente di stabilità per ciascun piano e nelle due direzioni principali dell'edificio. La valutazione è effettuata con riferimento all'analisi dinamica lineare con spettro di progetto elastico

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.00	2633.0385	397.5052	0.0005	1.0000	0.0009	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.00	18702.8745	3147.6401	0.0009	1.0000	0.0007	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	7.00	45776.9622	5460.3430	0.0008	1.0000	0.0010	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.00	2633.0385	95.0216	0.0002	1.0000	0.0013	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.00	18702.8745	737.4373	0.0003	1.0000	0.0012	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	7.00	45776.9622	1263.4604	0.0002	1.0000	0.0013	0.3000	OK	1.0000

Direzione X

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.00	2633.0385	136.8774	0.0002	1.0000	0.0012	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.00	18702.8745	789.0499	0.0004	1.0000	0.0015	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	7.00	45776.9622	1263.4604	0.0002	1.0000	0.0013	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.00	2633.0385	536.6453	0.0012	1.0000	0.0014	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.00	18702.8745	3826.4217	0.0020	1.0000	0.0014	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	7.00	45776.9622	6488.9514	0.0014	1.0000	0.0014	0.3000	OK	1.0000

Direzione Y

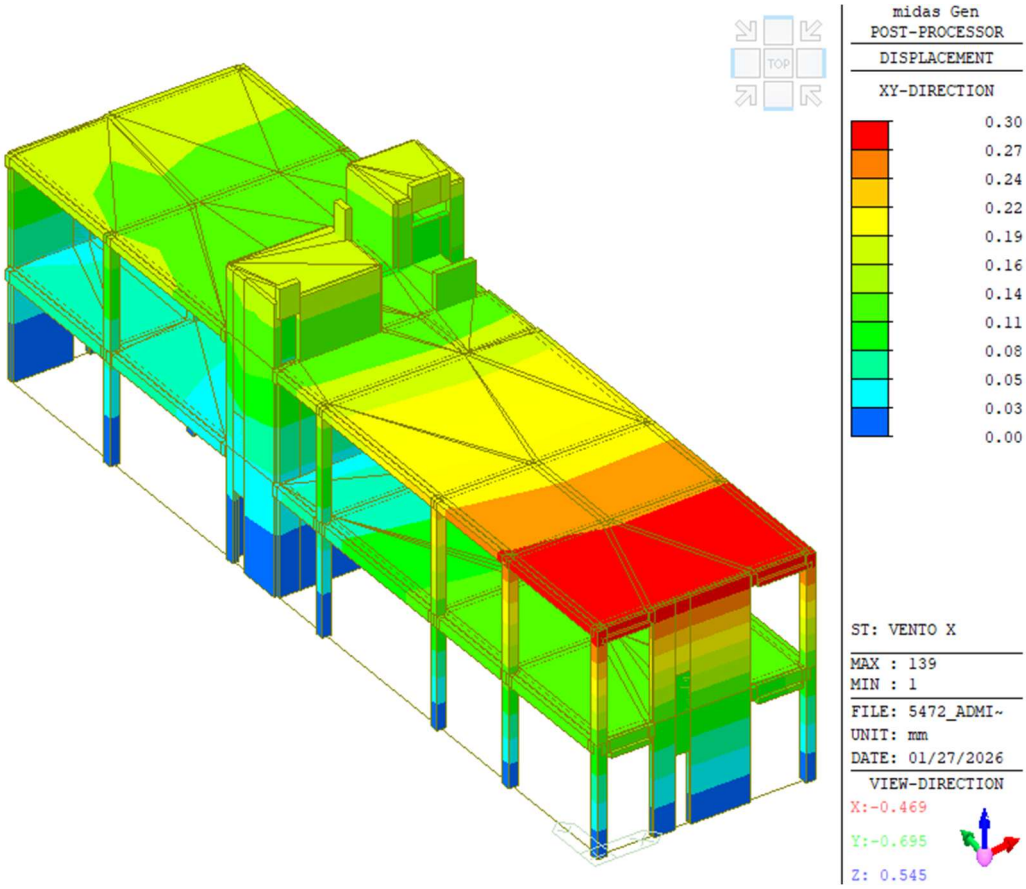
Poiché il coefficiente di stabilità non è superiore a 0,1, gli effetti di secondo ordine sono trascurabili.

14.3 Requisiti relativi al vento

In conformità con quanto richiesto dal Cliente, verrà verificato che il drift di piano sia inferiore a H/400 e che il drift totale sia inferiore a H/500 sotto l'azione del vento.

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0025 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
VENTO X	3F	4000.00	-	0.0025	179	0.0464	0.0464	0.0000	OK	0.0342	0.0342	1.3566	0.0000	OK
VENTO X	2F	7000.00	-	0.0025	51	0.1884	0.1884	0.0000	OK	0.0409	0.0409	4.6085	0.0000	OK
VENTO X	1F	7000.00	-	0.0025	7	0.1275	0.1275	0.0000	OK	0.0756	0.0756	1.6874	0.0000	OK
VENTO Y	3F	4000.00	1.00	0.0025	189	0.0354	0.0354	0.0000	OK	0.0285	0.0285	1.2439	0.0000	OK
VENTO Y	2F	7000.00	1.00	0.0025	47	0.2236	0.2236	0.0000	OK	0.0405	0.0405	5.5210	0.0000	OK
VENTO Y	1F	7000.00	1.00	0.0025	7	0.0935	0.0935	0.0000	OK	0.0574	0.0574	1.6296	0.0000	OK

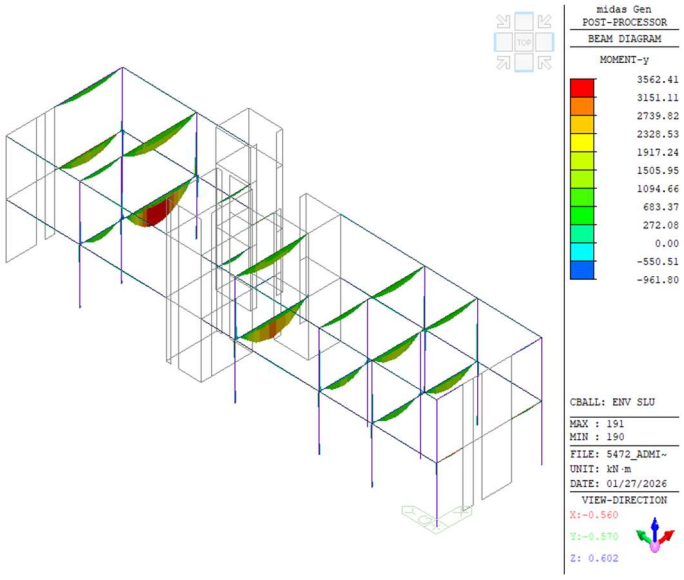
Direzione combinata XY



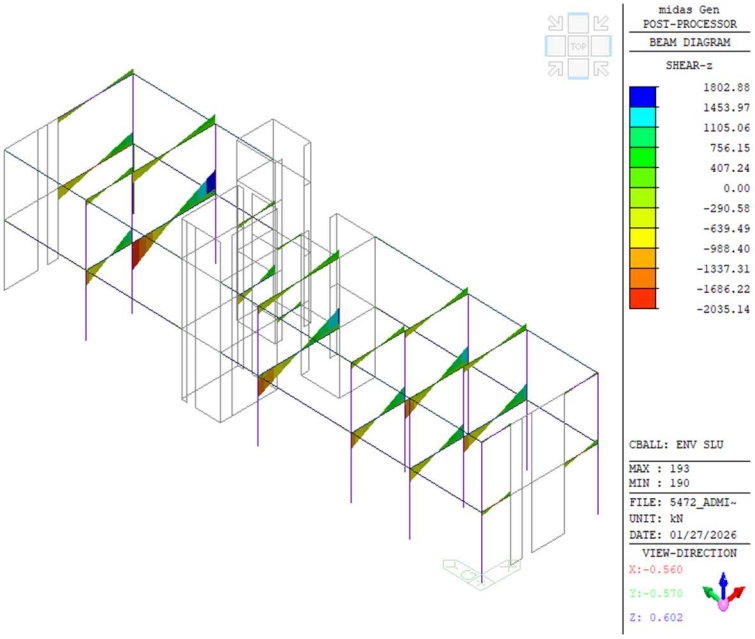
drift limite [h/500]	28	mm

La tabella e la figura precedente mostrano che la verifica è soddisfatta.

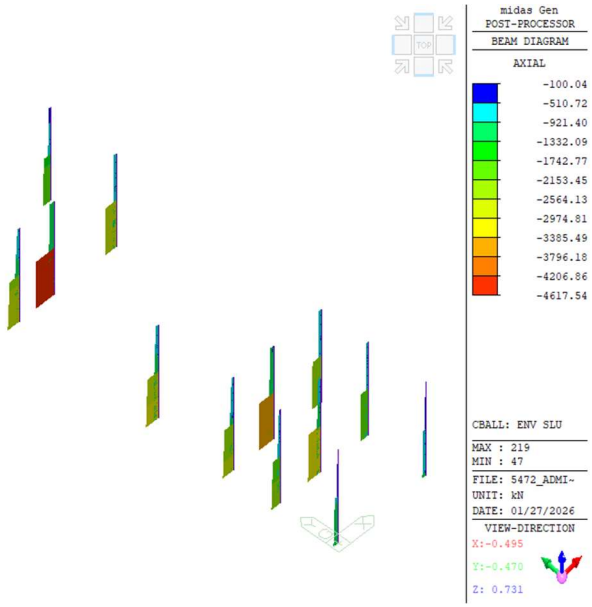
14.4 Forze interne allo SLU



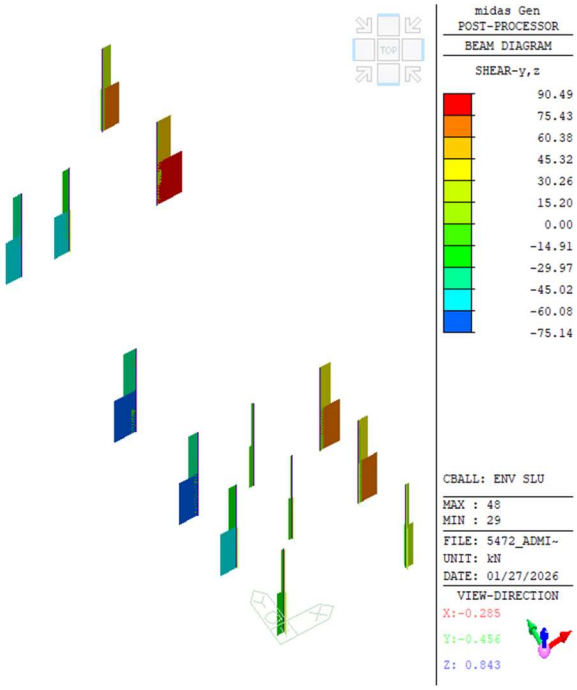
Travi: inviluppo del momento flettente – SLU



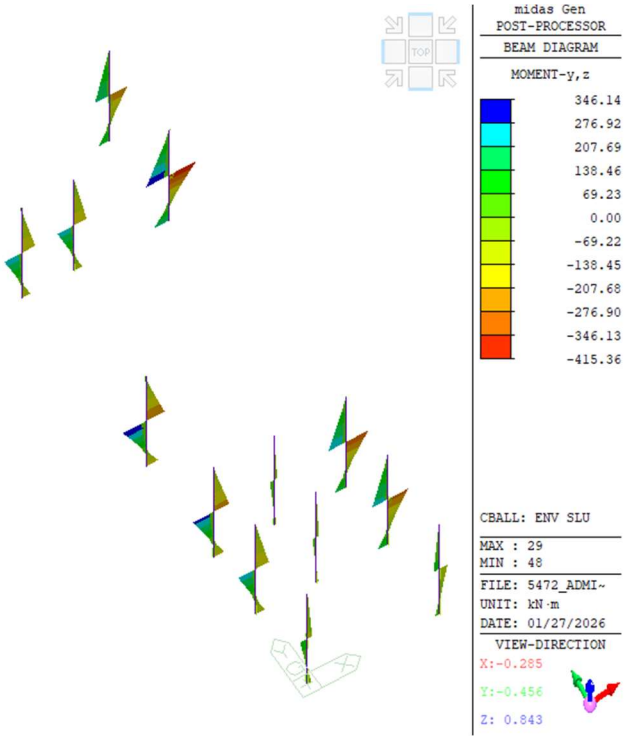
Travi: inviluppo azioni di taglio – SLU



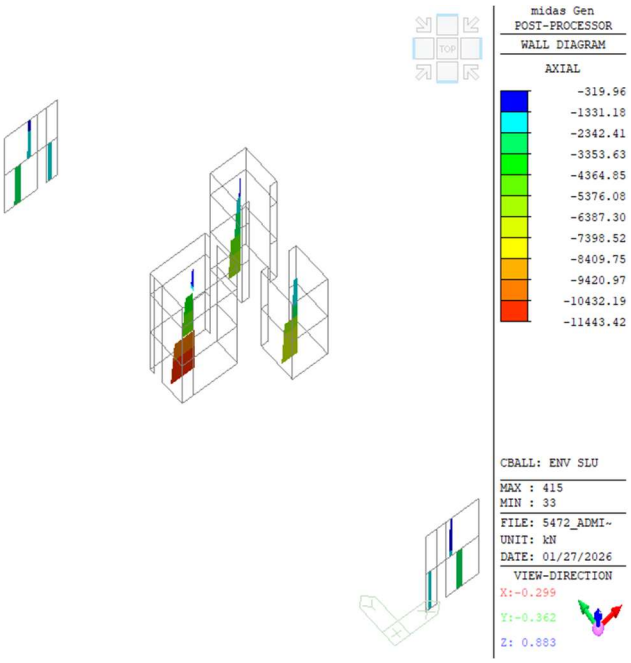
Colonne: inviluppo azioni assiali – SLU



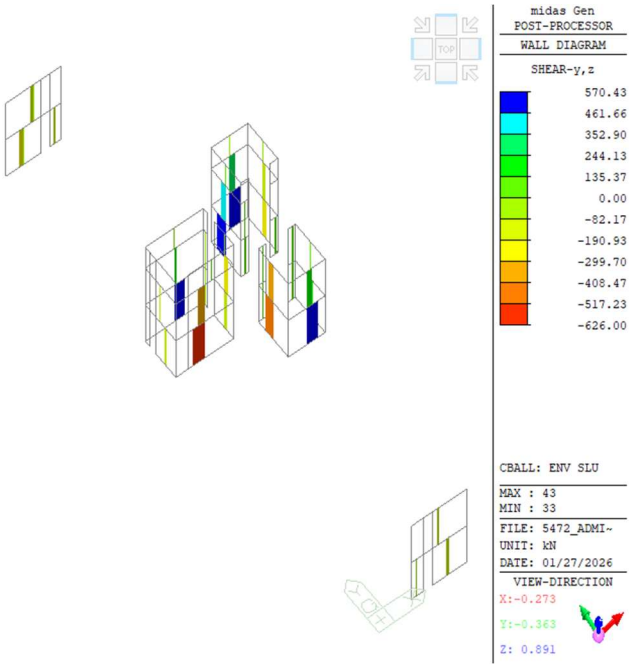
Colonne: inviluppo azioni di taglio - SLU



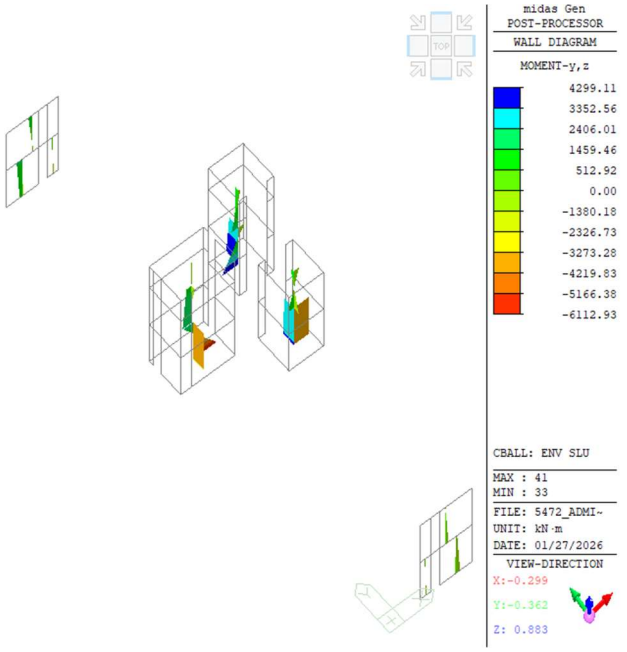
Colonne: inviluppo del momento flettente – SLU



Pareti: inviluppo azioni assiali - SLU

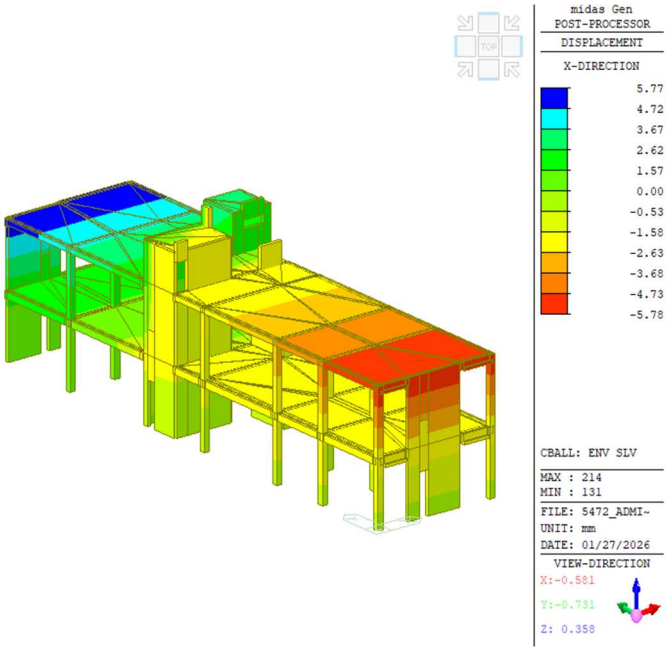


Pareti: Inviluppo azione di taglio – SLU

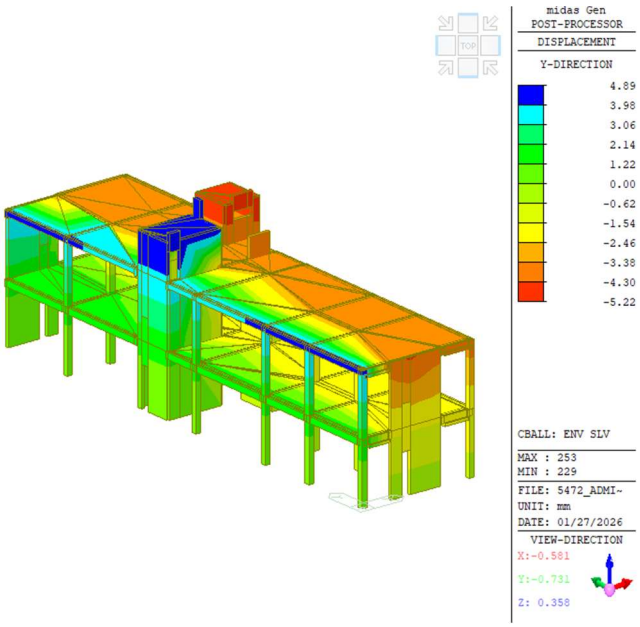


Pareti: inviluppo del momento flettente – SLU

14.5 Spostamenti SLV - azione sismica SLV

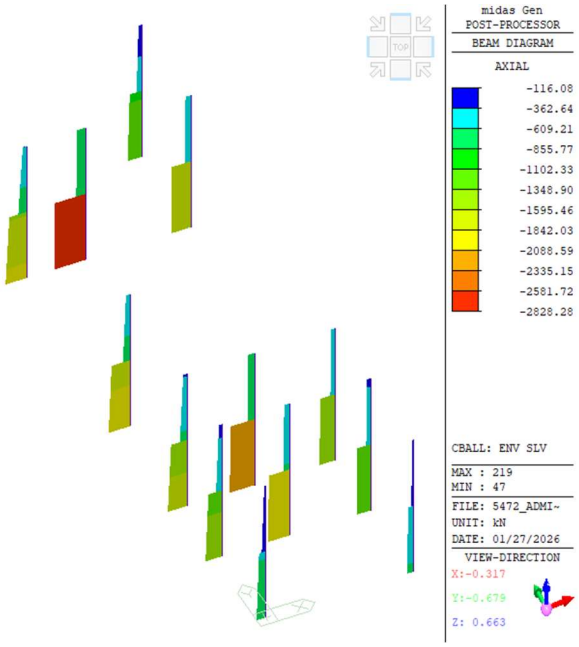


Inviluppo dello spostamento sismico nella direzione X – SLV

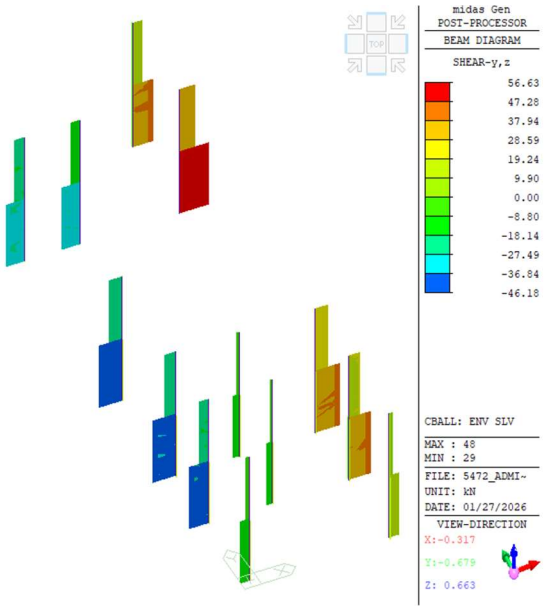


Inviluppo dello spostamento sismico nella direzione Y – SLV

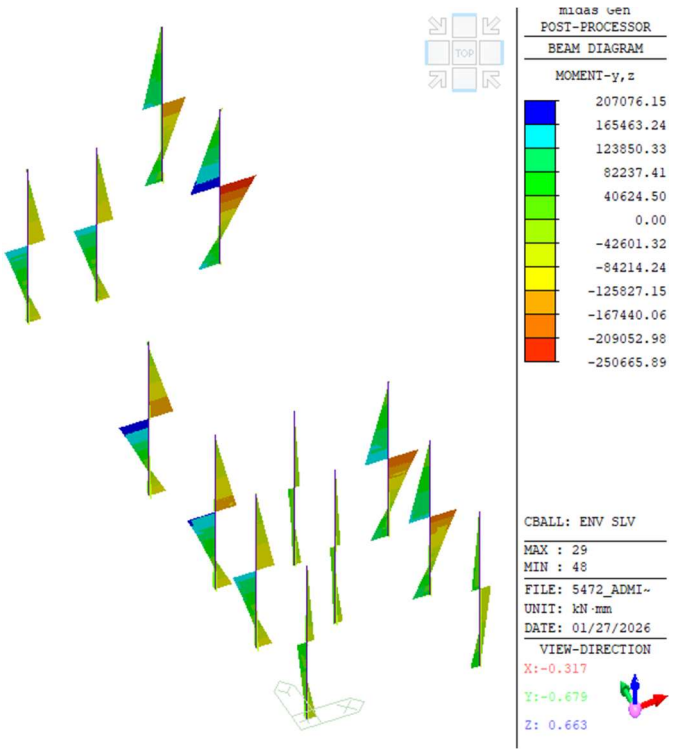
14.6 Spostamenti SLV - azione sismica SLV



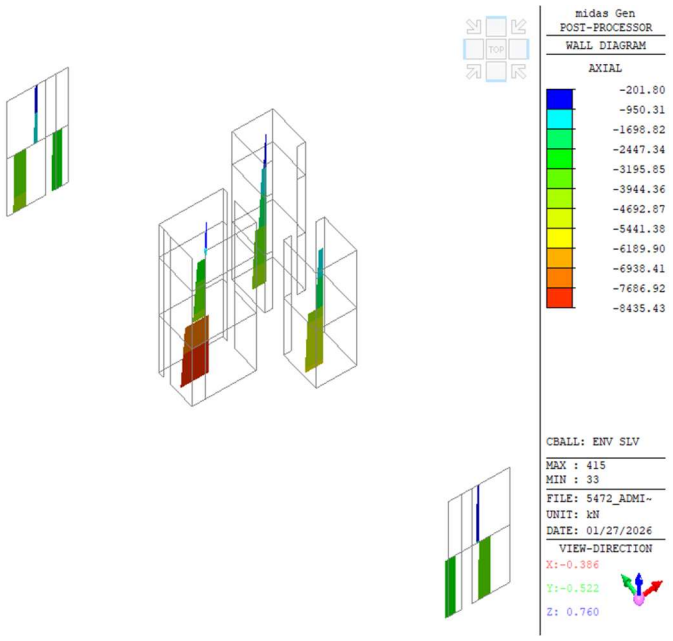
Colonne: inviluppo azione assiale – inviluppo SLV



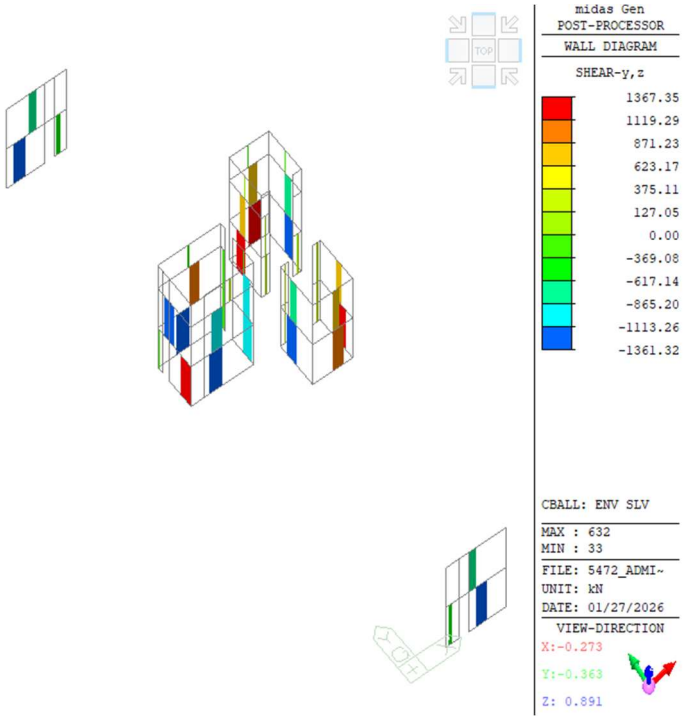
Colonne: inviluppo azione di taglio – inviluppo SLV



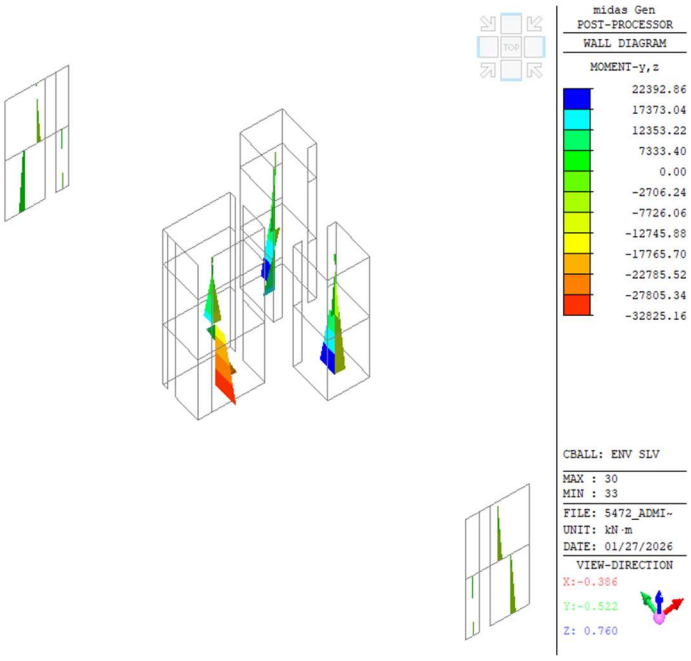
Colonne: inviluppo momenti flettenti – inviluppo SLV



Pareti: inviluppo azioni assiali - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo azioni di taglio - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo del momento flettente – inviluppo SLV

14.7 Verifica di operatività (RIG)

In base alle prestazioni sismiche definite nei capitoli precedenti, è necessario garantire lo stato funzionale della struttura (SLO) per un livello di azione sismica corrispondente a un periodo di ritorno pari a 60 anni. Tale requisito, secondo la NTC18, viene verificato con riferimento agli spostamenti tra i piani.

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0033 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO1	3F	4000.00	-	0.0033	189	0.3335	0.3335	0.0001	OK	0.2461	0.2461	1.3555	0.0001	OK
SLO1	2F	7000.00	-	0.0033	47	1.2027	1.2027	0.0002	OK	0.3035	0.3035	3.9625	0.0000	OK
SLO1	1F	7000.00	-	0.0033	6	0.7126	0.7126	0.0001	OK	0.4601	0.4601	1.5489	0.0001	OK
SLO2	3F	4000.00	1.00	0.0033	189	0.3374	0.3374	0.0001	OK	0.2497	0.2497	1.3512	0.0001	OK
SLO2	2F	7000.00	1.00	0.0033	124	1.2365	1.2365	0.0002	OK	0.3141	0.3141	3.9364	0.0000	OK
SLO2	1F	7000.00	1.00	0.0033	6	0.6760	0.6760	0.0001	OK	0.4561	0.4561	1.4823	0.0001	OK
SLO3	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.3809	0.3809	0.0001	OK	0.2732	0.2732	1.3943	0.0001	OK
SLO3	2F	7000.00	1.00	0.0033	124	1.6131	1.6131	0.0002	OK	0.3642	0.3642	4.4294	0.0001	OK
SLO3	1F	7000.00	1.00	0.0033	37	0.8716	0.8716	0.0001	OK	0.4331	0.4331	2.0126	0.0001	OK
SLO4	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.3862	0.3862	0.0001	OK	0.2768	0.2768	1.3954	0.0001	OK
SLO4	2F	7000.00	1.00	0.0033	124	1.6580	1.6580	0.0002	OK	0.3748	0.3748	4.4236	0.0001	OK
SLO4	1F	7000.00	1.00	0.0033	37	0.9004	0.9004	0.0001	OK	0.4291	0.4291	2.0984	0.0001	OK
SLO5	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.4934	0.4934	0.0001	OK	0.2866	0.2866	1.7219	0.0001	OK
SLO5	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.5454	1.5454	0.0002	OK	0.3875	0.3875	3.9885	0.0001	OK
SLO5	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.8288	0.8288	0.0001	OK	0.4850	0.4850	1.7086	0.0001	OK
SLO6	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.4872	0.4872	0.0001	OK	0.2849	0.2849	1.7099	0.0001	OK
SLO6	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.5036	1.5036	0.0002	OK	0.3846	0.3846	3.9098	0.0001	OK
SLO6	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.7982	0.7982	0.0001	OK	0.4888	0.4888	1.6329	0.0001	OK
SLO7	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.5611	0.5611	0.0001	OK	0.3012	0.3012	1.8632	0.0001	OK
SLO7	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.9390	1.9390	0.0003	OK	0.4036	0.4036	4.8048	0.0001	OK
SLO7	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	1.1299	1.1299	0.0002	OK	0.4580	0.4580	2.4671	0.0001	OK
SLO8	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.5541	0.5541	0.0001	OK	0.2993	0.2993	1.8515	0.0001	OK
SLO8	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.8969	1.8969	0.0003	OK	0.3992	0.3992	4.7521	0.0001	OK
SLO8	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	1.0993	1.0993	0.0002	OK	0.4617	0.4617	2.3809	0.0001	OK
SLO9	3F	4000.00	1.00	0.0033	172	0.4751	0.4751	0.0001	OK	0.4399	0.4399	1.0801	0.0001	OK
SLO9	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.3722	1.3722	0.0002	OK	0.7398	0.7398	1.8548	0.0001	OK
SLO9	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7811	0.7811	0.0001	OK	0.5499	0.5499	1.4205	0.0001	OK
SLO10	3F	4000.00	1.00	0.0033	183	0.4885	0.4885	0.0001	OK	0.4442	0.4442	1.0996	0.0001	OK
SLO10	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.2608	1.2608	0.0002	OK	0.7509	0.7509	1.6791	0.0001	OK
SLO10	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7593	0.7593	0.0001	OK	0.5485	0.5485	1.3843	0.0001	OK
SLO11	3F	4000.00	1.00	0.0033	252	0.4933	0.4933	0.0001	OK	0.4469	0.4469	1.1039	0.0001	OK
SLO11	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.1757	1.1757	0.0002	OK	0.7591	0.7591	1.5488	0.0001	OK
SLO11	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7544	0.7544	0.0001	OK	0.5465	0.5465	1.3804	0.0001	OK
SLO12	3F	4000.00	1.00	0.0033	252	0.5082	0.5082	0.0001	OK	0.4514	0.4514	1.1260	0.0001	OK
SLO12	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.1810	1.1810	0.0002	OK	0.7708	0.7708	1.5323	0.0001	OK
SLO12	1F	7000.00	1.00	0.0033	7	0.7521	0.7521	0.0001	OK	0.5453	0.5453	1.3793	0.0001	OK
SLO13	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.5150	0.5150	0.0001	OK	0.4558	0.4558	1.1301	0.0001	OK
SLO13	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.1644	1.1644	0.0002	OK	0.7624	0.7624	1.5272	0.0001	OK
SLO13	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.6918	0.6918	0.0001	OK	0.5582	0.5582	1.2393	0.0001	OK

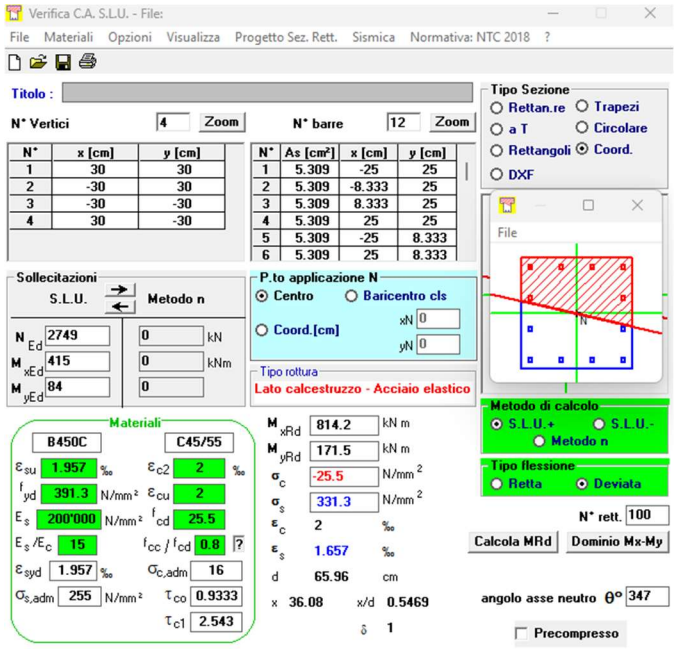
SLO14	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.5019	0.5019	0.0001	OK	0.4537	0.4537	1.1061	0.0001	OK
SLO14	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.1954	1.1954	0.0002	OK	0.7546	0.7546	1.5842	0.0001	OK
SLO14	1F	7000.00	1.00	0.0033	6	0.6818	0.6818	0.0001	OK	0.5556	0.5556	1.2272	0.0001	OK
SLO15	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.5294	0.5294	0.0001	OK	0.4596	0.4596	1.1518	0.0001	OK
SLO15	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.2362	1.2362	0.0002	OK	0.7758	0.7758	1.5934	0.0001	OK
SLO15	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7462	0.7462	0.0001	OK	0.5615	0.5615	1.3291	0.0001	OK
SLO16	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.5162	0.5162	0.0001	OK	0.4574	0.4574	1.1286	0.0001	OK
SLO16	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.1568	1.1568	0.0002	OK	0.7673	0.7673	1.5076	0.0001	OK
SLO16	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7122	0.7122	0.0001	OK	0.5587	0.5587	1.2748	0.0001	OK
SLO17	3F	4000.00	1.00	0.0033	189	0.2990	0.2990	0.0001	OK	0.2375	0.2375	1.2590	0.0001	OK
SLO17	2F	7000.00	1.00	0.0033	48	1.6819	1.6819	0.0002	OK	0.2942	0.2942	5.7168	0.0000	OK
SLO17	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.9649	0.9649	0.0001	OK	0.4759	0.4759	2.0277	0.0001	OK
SLO18	3F	4000.00	1.00	0.0033	189	0.2995	0.2995	0.0001	OK	0.2411	0.2411	1.2422	0.0001	OK
SLO18	2F	7000.00	1.00	0.0033	48	1.6208	1.6208	0.0002	OK	0.3043	0.3043	5.3259	0.0000	OK
SLO18	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.9269	0.9269	0.0001	OK	0.4719	0.4719	1.9641	0.0001	OK
SLO19	3F	4000.00	1.00	0.0033	194	0.3153	0.3153	0.0001	OK	0.2645	0.2645	1.1922	0.0001	OK
SLO19	2F	7000.00	1.00	0.0033	51	1.2571	1.2571	0.0002	OK	0.3534	0.3534	3.5569	0.0001	OK
SLO19	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7122	0.7122	0.0001	OK	0.4499	0.4499	1.5832	0.0001	OK
SLO20	3F	4000.00	1.00	0.0033	194	0.3213	0.3213	0.0001	OK	0.2681	0.2681	1.1982	0.0001	OK
SLO20	2F	7000.00	1.00	0.0033	51	1.1974	1.1974	0.0002	OK	0.3637	0.3637	3.2923	0.0001	OK
SLO20	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.6786	0.6786	0.0001	OK	0.4460	0.4460	1.5215	0.0001	OK
SLO21	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.3306	0.3306	0.0001	OK	0.2619	0.2619	1.2624	0.0001	OK
SLO21	2F	7000.00	1.00	0.0033	51	1.2781	1.2781	0.0002	OK	0.3318	0.3318	3.8519	0.0000	OK
SLO21	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.7819	0.7819	0.0001	OK	0.4702	0.4702	1.6630	0.0001	OK
SLO22	3F	4000.00	1.00	0.0033	174	0.3346	0.3346	0.0001	OK	0.2602	0.2602	1.2859	0.0001	OK
SLO22	2F	7000.00	1.00	0.0033	51	1.3305	1.3305	0.0002	OK	0.3292	0.3292	4.0421	0.0000	OK
SLO22	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.8247	0.8247	0.0001	OK	0.4741	0.4741	1.7395	0.0001	OK
SLO23	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.3760	0.3760	0.0001	OK	0.2768	0.2768	1.3583	0.0001	OK
SLO23	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.0555	1.0555	0.0002	OK	0.3474	0.3474	3.0383	0.0000	OK
SLO23	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.7312	0.7312	0.0001	OK	0.4423	0.4423	1.6531	0.0001	OK
SLO24	3F	4000.00	1.00	0.0033	245	0.3696	0.3696	0.0001	OK	0.2749	0.2749	1.3446	0.0001	OK
SLO24	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.0135	1.0135	0.0001	OK	0.3430	0.3430	2.9551	0.0000	OK
SLO24	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.7007	0.7007	0.0001	OK	0.4462	0.4462	1.5703	0.0001	OK
SLO25	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.5669	0.5669	0.0001	OK	0.4544	0.4544	1.2475	0.0001	OK
SLO25	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.7519	1.7519	0.0003	OK	0.7733	0.7733	2.2656	0.0001	OK
SLO25	1F	7000.00	1.00	0.0033	2	1.0024	1.0024	0.0001	OK	0.5922	0.5922	1.6928	0.0001	OK
SLO26	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.5551	0.5551	0.0001	OK	0.4585	0.4585	1.2107	0.0001	OK
SLO26	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.6289	1.6289	0.0002	OK	0.7835	0.7835	2.0791	0.0001	OK
SLO26	1F	7000.00	1.00	0.0033	2	0.9555	0.9555	0.0001	OK	0.5909	0.5909	1.6170	0.0001	OK
SLO27	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.5497	0.5497	0.0001	OK	0.4610	0.4610	1.1924	0.0001	OK
SLO27	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.5401	1.5401	0.0002	OK	0.7907	0.7907	1.9477	0.0001	OK
SLO27	1F	7000.00	1.00	0.0033	2	0.9302	0.9302	0.0001	OK	0.5890	0.5890	1.5794	0.0001	OK
SLO28	3F	4000.00	1.00	0.0033	194	0.5421	0.5421	0.0001	OK	0.4652	0.4652	1.1654	0.0001	OK
SLO28	2F	7000.00	1.00	0.0033	47	1.4191	1.4191	0.0002	OK	0.8015	0.8015	1.7704	0.0001	OK
SLO28	1F	7000.00	1.00	0.0033	1	0.8979	0.8979	0.0001	OK	0.5879	0.5879	1.5274	0.0001	OK
SLO29	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.6503	0.6503	0.0002	OK	0.4754	0.4754	1.3678	0.0001	OK
SLO29	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.5766	1.5766	0.0002	OK	0.8035	0.8035	1.9622	0.0001	OK
SLO29	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.8841	0.8841	0.0001	OK	0.5997	0.5997	1.4741	0.0001	OK
SLO30	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.6647	0.6647	0.0002	OK	0.4737	0.4737	1.4033	0.0001	OK
SLO30	2F	7000.00	1.00	0.0033	130	1.6736	1.6736	0.0002	OK	0.7964	0.7964	2.1015	0.0001	OK
SLO30	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.9713	0.9713	0.0001	OK	0.5973	0.5973	1.6261	0.0001	OK
SLO31	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.6302	0.6302	0.0002	OK	0.4789	0.4789	1.3159	0.0001	OK
SLO31	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.5541	1.5541	0.0002	OK	0.8152	0.8152	1.9064	0.0001	OK
SLO31	1F	7000.00	1.00	0.0033	40	0.8066	0.8066	0.0001	OK	0.6028	0.6028	1.3382	0.0001	OK
SLO32	3F	4000.00	1.00	0.0033	191	0.6446	0.6446	0.0002	OK	0.4770	0.4770	1.3514	0.0001	OK
SLO32	2F	7000.00	1.00	0.0033	125	1.5588	1.5588	0.0002	OK	0.8075	0.8075	1.9304	0.0001	OK
SLO32	1F	7000.00	1.00	0.0033	41	0.8742	0.8742	0.0001	OK	0.6001	0.6001	1.4567	0.0001	OK

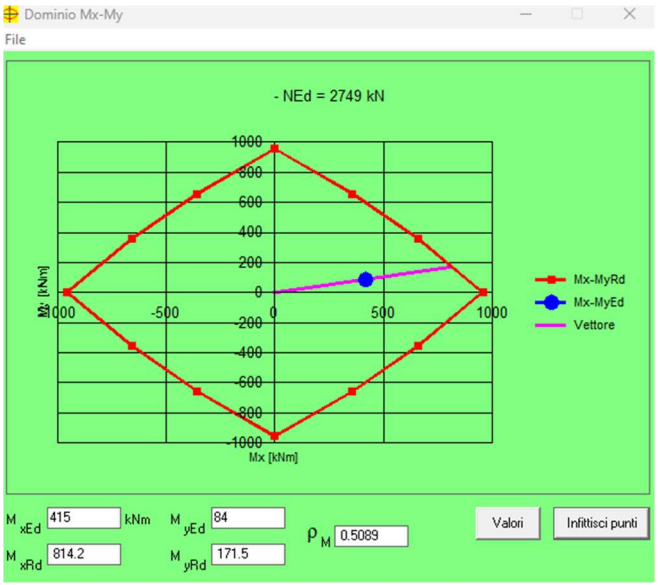
Direzione combinate XY

Le tabelle precedenti mostrano che la verifica è soddisfatta.

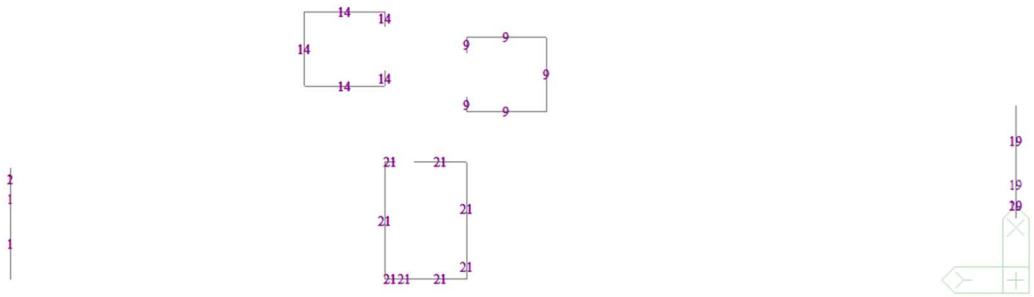
14.8 Verifica di resistenza

Di seguito sono riportati i rapporti di verifica della colonna/parete in c.a più sollecitata.



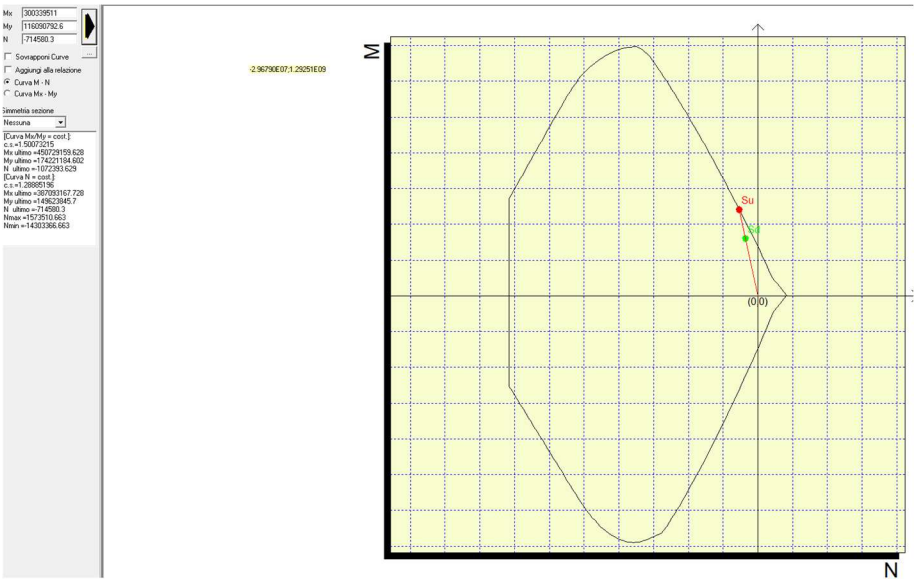


Controllo colonne - SLU/SLV INVILUPPO – P60x60; Barre longitudinali: 12Ø26

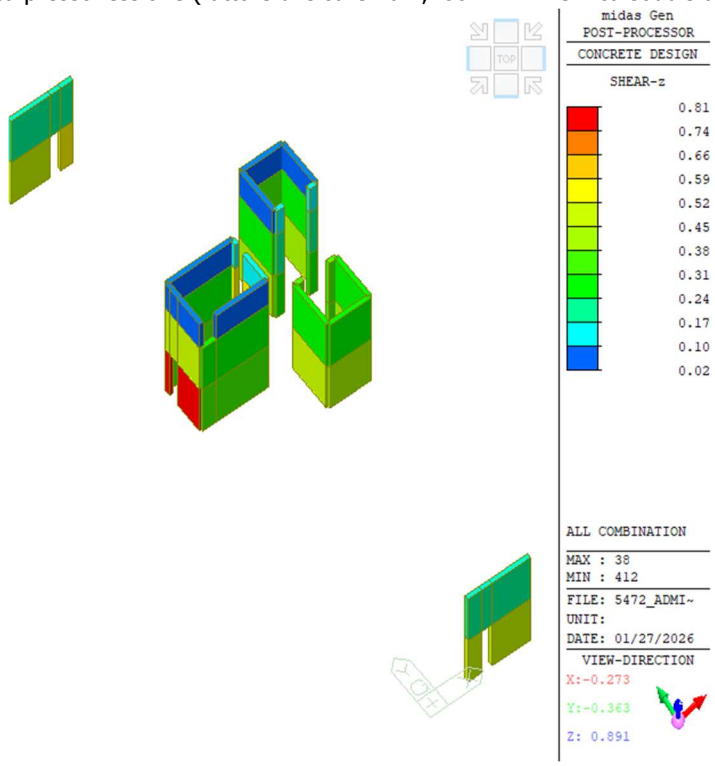


Numero identificativo parete

Numero identificativo parete 21 armature verticali 1+1Ø16/20



Verifica pressoflessione (fattore di sicurezza 1,288 >1 → verifica soddisfacente)



Verifica a taglio – Inviluppo SLU/SLV - armatura orizzontali 1+1Ø12/20

15. UFFICIO EST

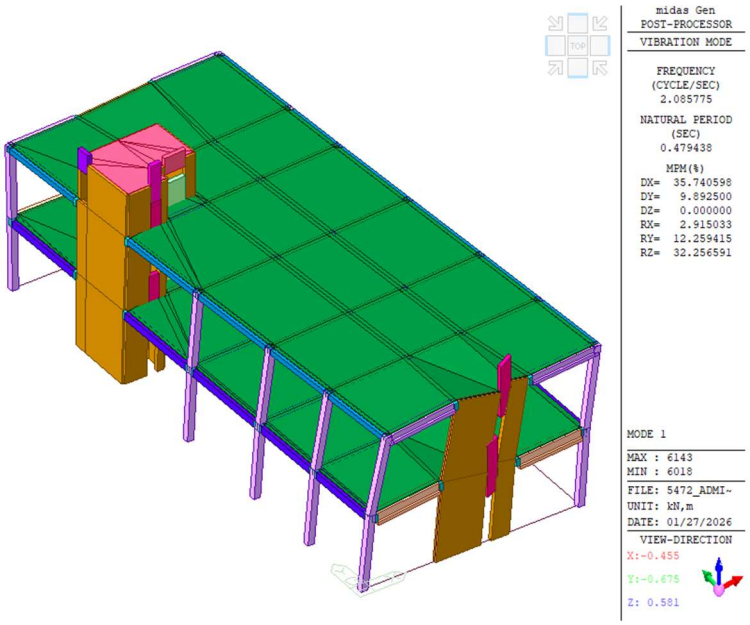
15.1 Analisi modale

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in termini di forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti, cicli isteretici dei dispositivi, verifiche strutturali.

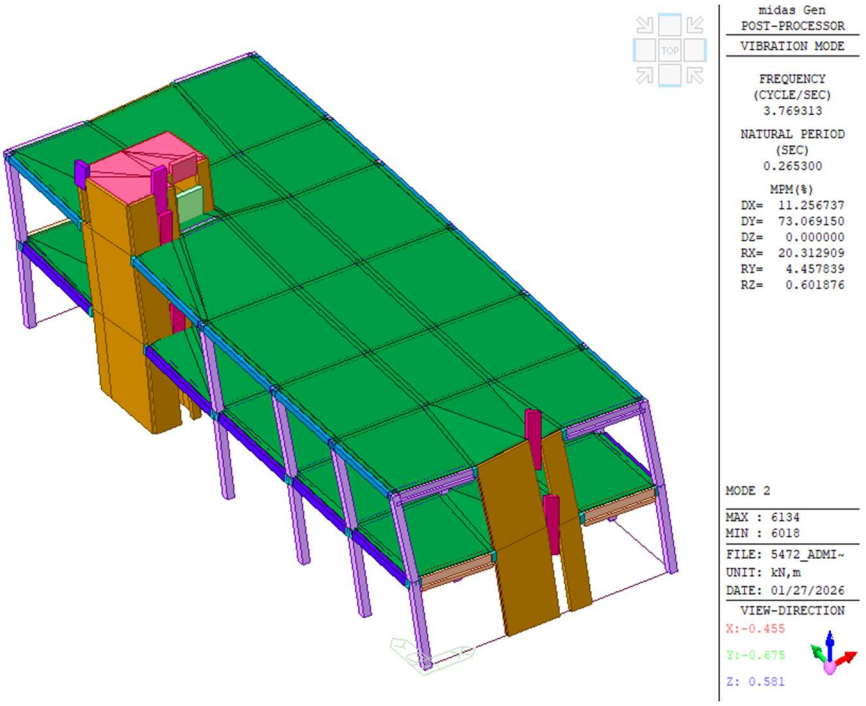
EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	13.1053	2.0858	0.4794	0.0000e+00
2	23.6833	3.7693	0.2653	0.0000e+00
3	35.5229	5.6536	0.1769	6.5708e-78
4	38.4945	6.1266	0.1632	1.5825e-73
5	45.9862	7.3189	0.1366	4.3824e-66
6	65.1081	10.3623	0.0965	6.0491e-49
7	73.9974	11.7771	0.0849	1.2686e-41
8	79.8686	12.7115	0.0787	1.9439e-38
9	93.6538	14.9055	0.0671	4.5403e-30

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	35.7406	35.7406	9.8925	9.8925	0.0000	0.0000	2.9150	2.9150	12.2594	12.2594	32.2566	32.2566
2	11.2567	46.9973	73.0691	82.9616	0.0000	0.0000	20.3129	23.2279	4.4578	16.7173	0.6019	32.8585
3	37.5938	84.5912	6.0891	89.0508	0.0000	0.0000	4.8852	28.1132	0.2420	16.9593	18.8838	51.7423
4	2.5615	87.1527	1.5191	90.5699	0.0000	0.0000	37.0434	65.1566	23.6213	40.5806	27.2427	78.9850
5	2.9810	90.1337	4.6197	95.1895	0.0000	0.0000	20.6364	85.7930	30.9372	71.5178	3.9048	82.8898
6	2.6642	92.7979	0.1087	95.2983	0.0000	0.0000	0.9658	86.7589	0.4068	71.9246	0.0520	82.9418
7	0.0448	92.8427	0.0066	95.3049	0.0000	0.0000	0.1268	86.8856	1.1273	73.0519	8.7192	91.6610
8	0.0389	92.8816	0.9641	96.2689	0.0000	0.0000	1.0949	87.9805	0.2734	73.3253	1.2185	92.8795
9	1.2451	94.1267	0.5536	96.8225	0.0000	0.0000	0.0508	88.0313	2.8268	76.1521	0.0002	92.8797

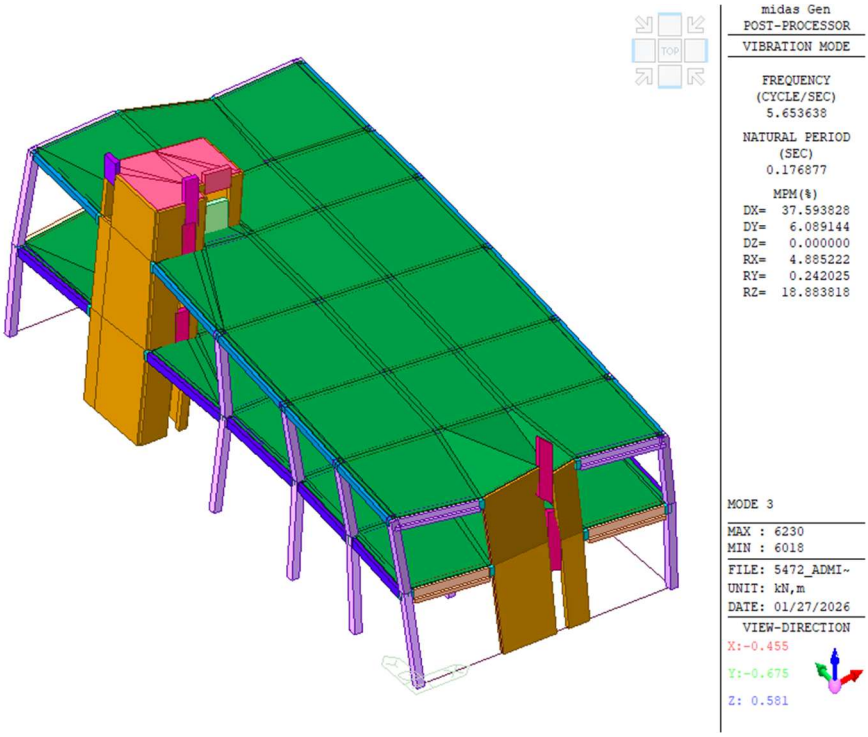
Massa sismica, periodi di vibrazione e masse partecipanti



Modo 1


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
3.769313
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.265300
MPM(%)
DX= 11.256737
DY= 73.069150
DZ= 0.000000
RX= 20.312909
RY= 4.457839
RZ= 0.601876
MODE 2
MAX : 6134
MIN : 6018
FILE: 5472_ADMI~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.455
Y:-0.675
Z: 0.581

Modo 2


midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
5.653638
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.176877
MPM(%)
DX= 37.593828
DY= 6.089144
DZ= 0.000000
RX= 4.885222
RY= 0.242025
RZ= 18.883818
MODE 3
MAX : 6230
MIN : 6018
FILE: 5472_ADMI~
UNIT: kN,m
DATE: 01/27/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.455
Y:-0.675
Z: 0.581

Modo 3

15.2 Effetti del secondo ordine

Al fine di valutare la sensibilità della struttura agli effetti di secondo ordine, si è fatto riferimento al paragrafo 7.3.1 del NTC2018.

In particolare, per le costruzioni civili e industriali, le non linearità geometriche possono essere trascurate se:

$$\theta = [P * d_{Er}] / [V * h] \leq 0.1$$

dove:

- - P è il carico verticale totale che agisce sul piano in questione e sulla struttura sovrastante;
- - d_{Er} è lo spostamento orizzontale medio tra i piani, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale del solaio considerato e lo spostamento orizzontale del solaio immediatamente sottostante;
- - V è la forza orizzontale totale che agisce sul solaio;
- - h è la distanza tra il solaio in questione e quello immediatamente sottostante.

Le tabelle seguenti riportano i valori del coefficiente di stabilità per ciascun piano e nelle due direzioni principali dell'edificio. La valutazione è effettuata con riferimento all'analisi dinamica lineare con spettro di progetto elastico.

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.00	1637.1000	230.5754	0.0005	1.0000	0.0009	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.00	21260.9360	2659.4614	0.0009	1.0000	0.0010	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	7.00	56872.4632	5882.5586	0.0027	1.0000	0.0037	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.00	1637.1000	115.7314	0.0004	1.0000	0.0013	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.00	21260.9360	2090.8951	0.0007	1.0000	0.0010	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	7.00	56872.4632	3838.0994	0.0015	1.0000	0.0032	0.3000	OK	1.0000

Direzione X

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.00	1637.1000	137.9481	0.0005	1.0000	0.0016	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.00	21260.9360	1921.3405	0.0009	1.0000	0.0015	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	7.00	56872.4632	3838.0994	0.0016	1.0000	0.0034	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.00	1637.1000	293.8202	0.0012	1.0000	0.0016	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.00	21260.9360	4037.5010	0.0018	1.0000	0.0013	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	7.00	56872.4632	7973.9773	0.0020	1.0000	0.0021	0.3000	OK	1.0000

Direzione Y

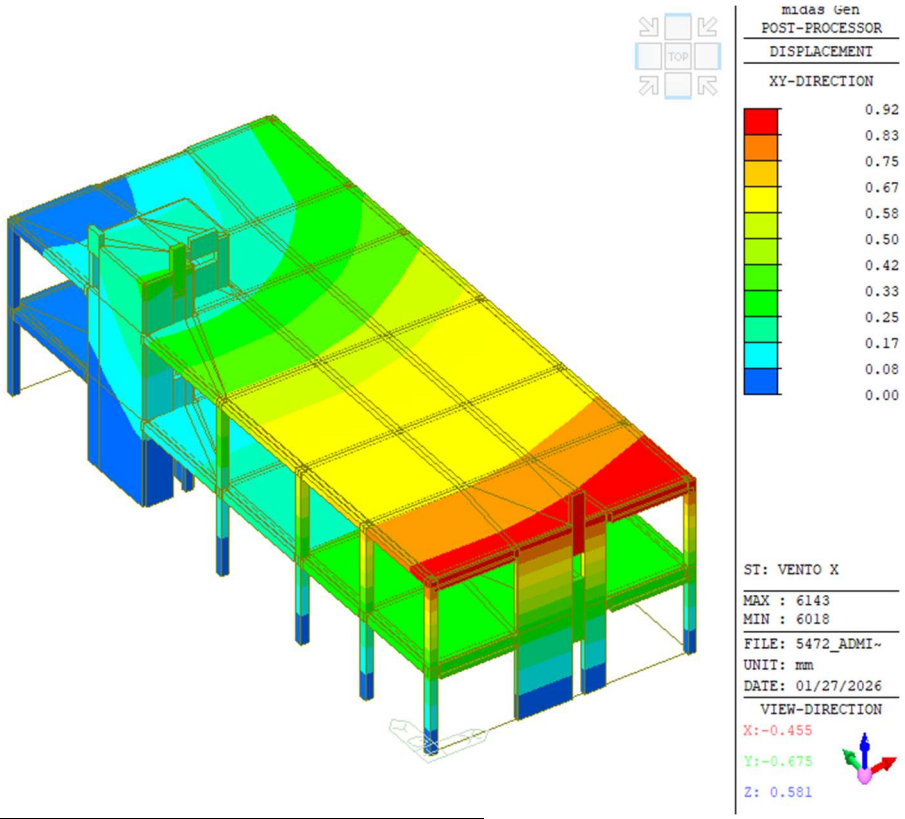
Poiché il coefficiente di stabilità è inferiore a 0,1, gli effetti di secondo ordine sono stati trascurati.

15.3 Requisiti relativi al vento

In conformità con quanto richiesto dal Cliente, verrà verificato che il drift di piano sia inferiore a H/400 e che il drift totale sia inferiore a H/500 sotto l'azione del vento.

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0025 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
VENTO X	3F	4000.00	-	0.0025	6208	0.0407	0.0407	0.0000	OK	0.0335	0.0335	1.2137	0.0000	OK
VENTO X	2F	7000.00	-	0.0025	6047	0.6076	0.6076	0.0001	OK	0.0494	0.0494	12.2890	0.0000	OK
VENTO X	1F	7000.00	-	0.0025	10005	0.3098	0.3098	0.0000	OK	0.1708	0.1708	1.8136	0.0000	OK
VENTO Y	3F	4000.00	1.00	0.0025	6212	0.0453	0.0453	0.0000	OK	0.0393	0.0393	1.1524	0.0000	OK
VENTO Y	2F	7000.00	1.00	0.0025	6047	0.4824	0.4824	0.0001	OK	0.0202	0.0202	23.8650	0.0000	OK
VENTO Y	1F	7000.00	1.00	0.0025	10005	0.2718	0.2718	0.0000	OK	0.1566	0.1566	1.7353	0.0000	OK

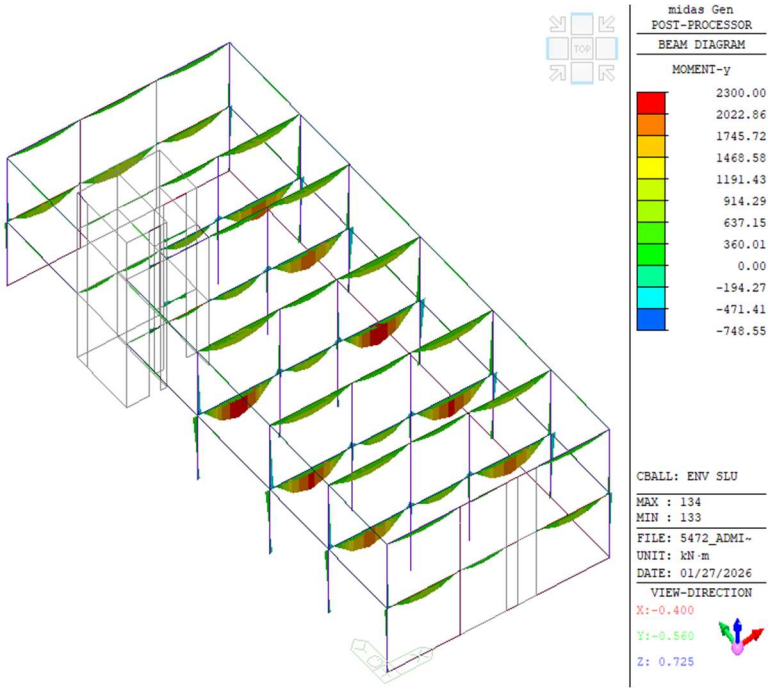
Direzione combinata XY



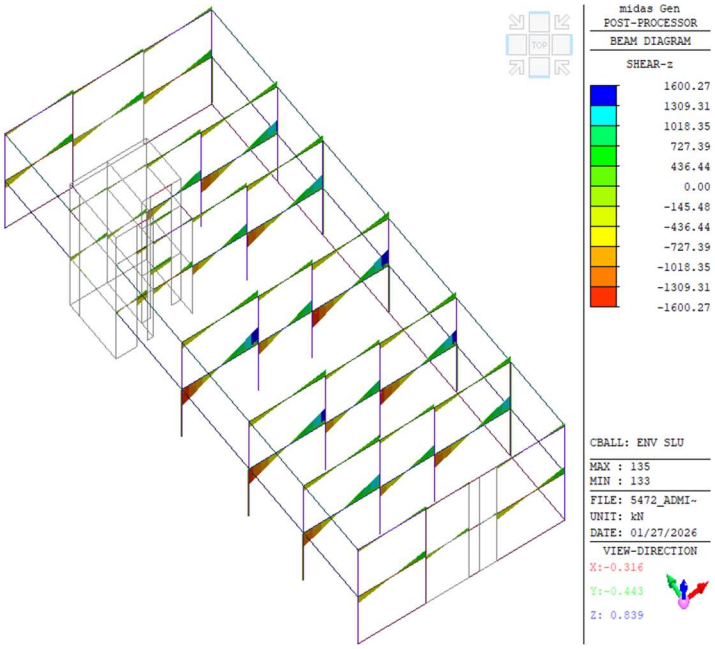
Limite drift [h/500]	28	mm

La tabella e la figura precedenti mostrano che la verifica è soddisfatta.

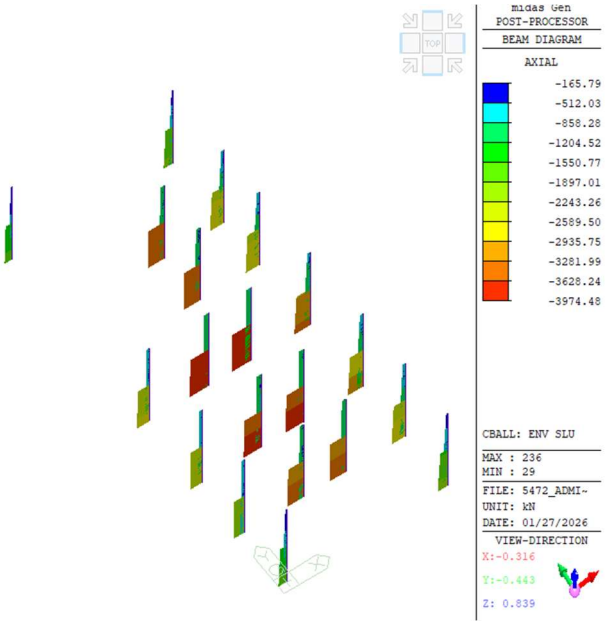
15.4 Forze interne SLU



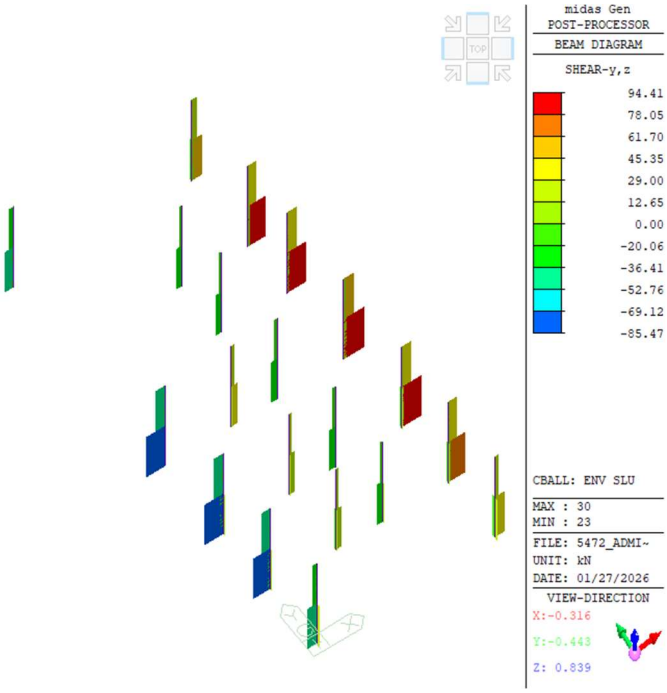
Travi: inviluppo del momento flettente – SLU



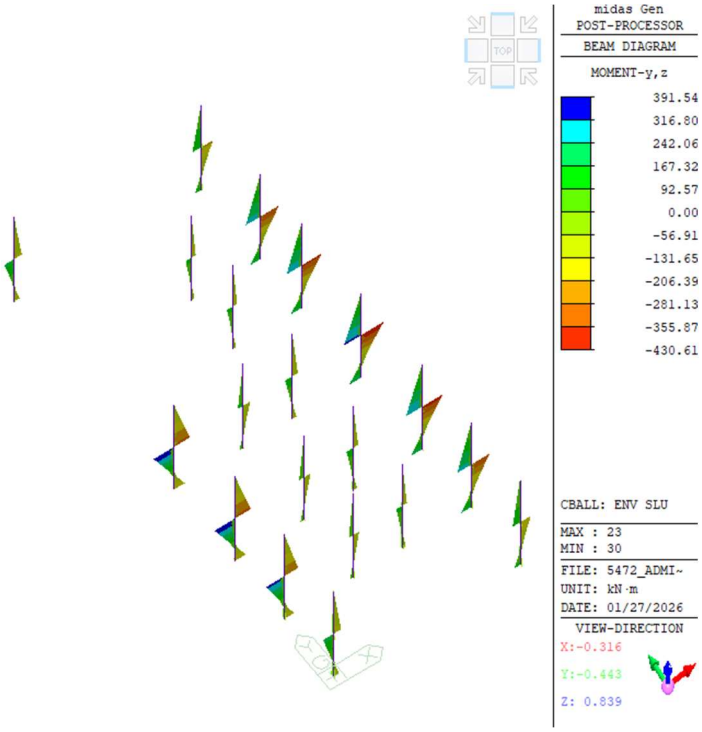
Travi: inviluppo del momento flettente – SLU



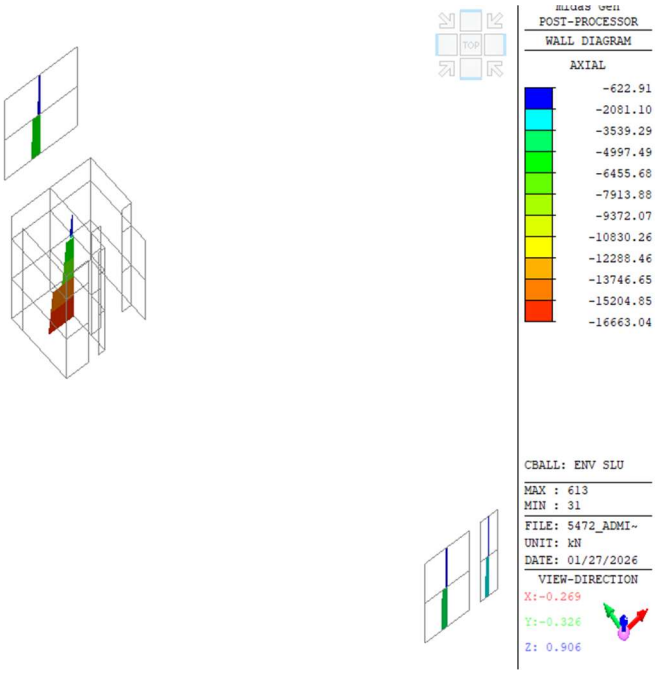
Colonne: inviluppo azione assiale - SLU



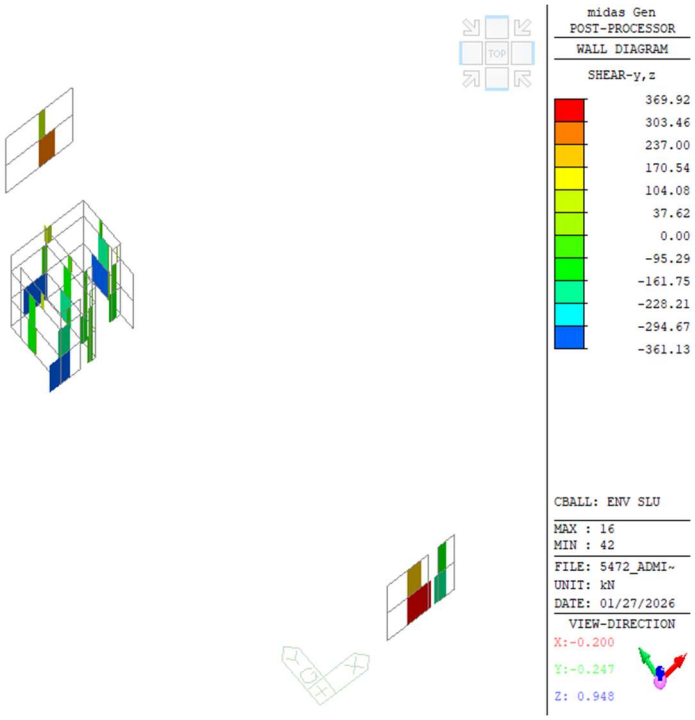
Colonne: inviluppo azione di taglio - SLU



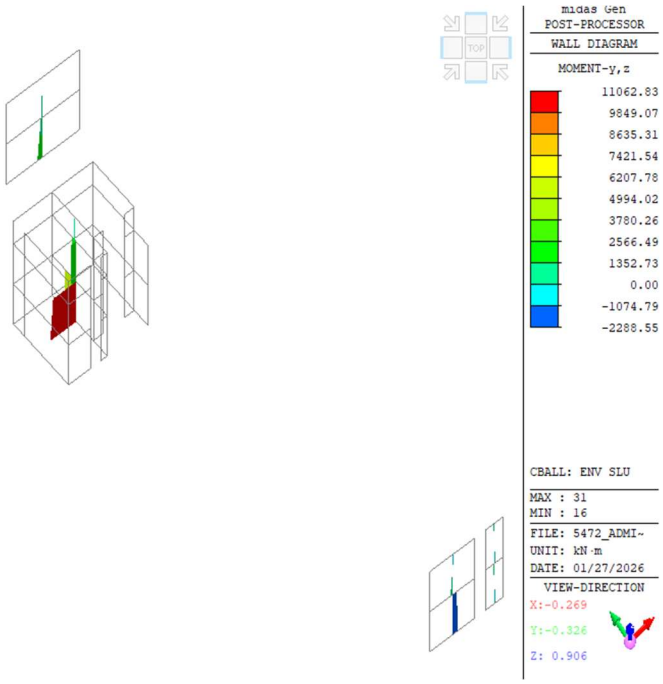
Colonne: inviluppo momento flettente – SLU



Pareti: inviluppo azione assiale - SLU

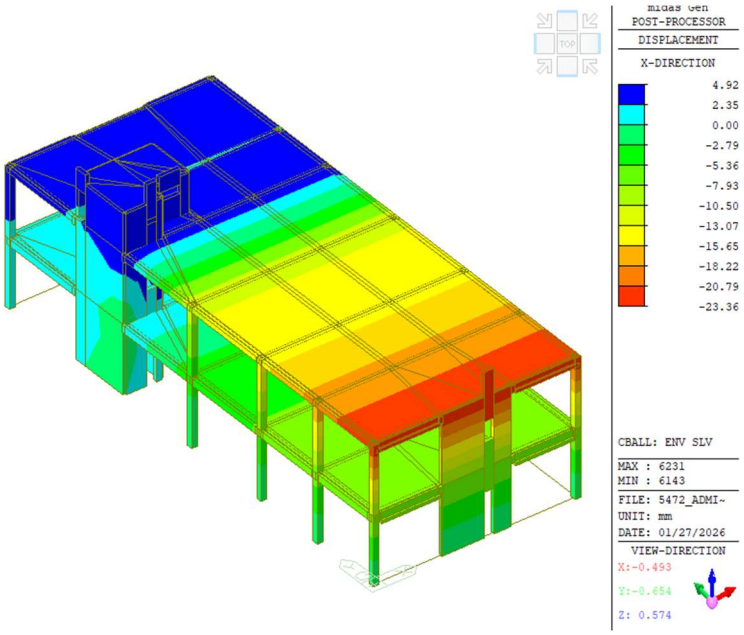


Pareti: Inviluppo azione di taglio - SLU

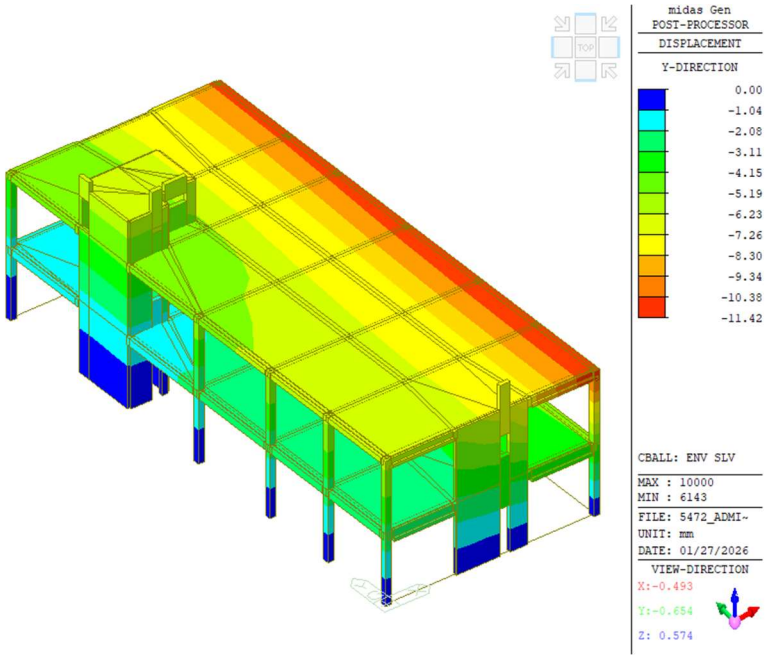


Pareti: inviluppo momento flettente – SLU

15.5 Spostamenti SLV - azione sismica SLV

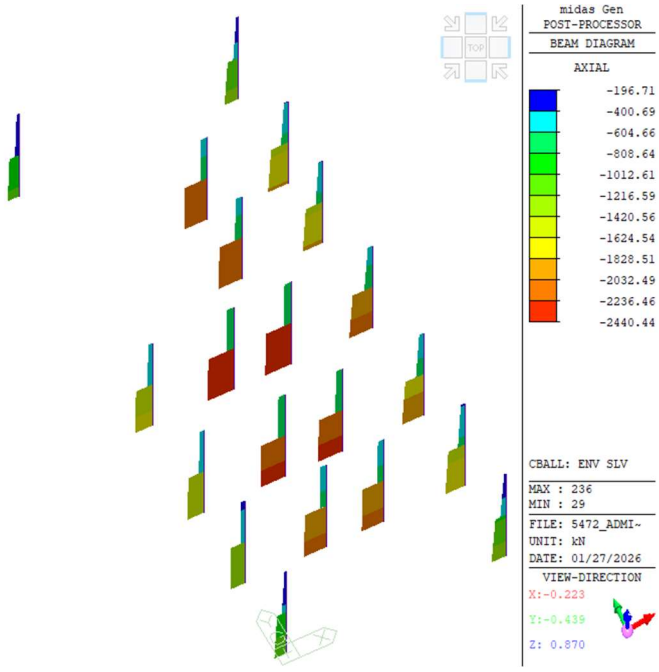


Inviluppo spostamento sismico in direzione X – SLV

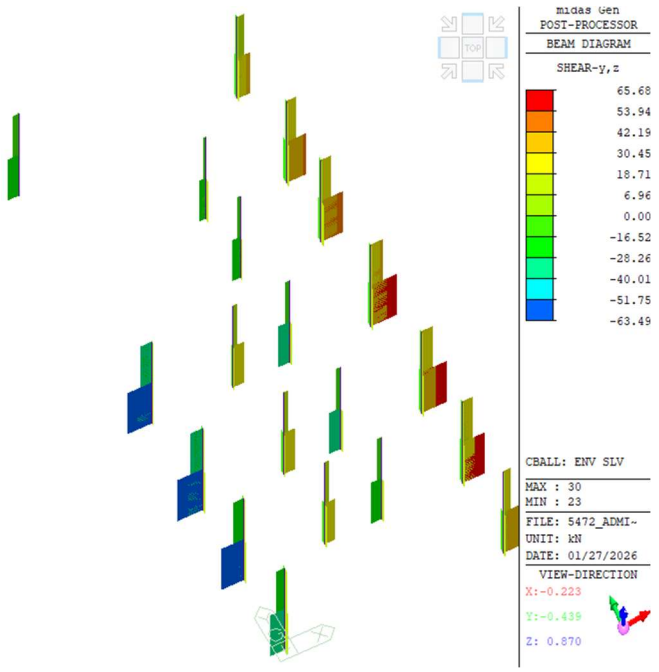


Inviluppo spostamento sismico in direzione Y – SLV

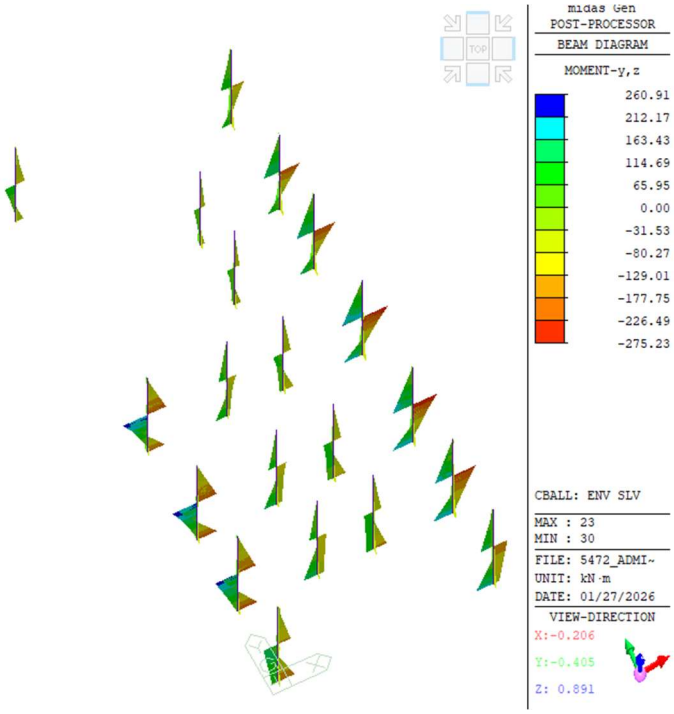
15.6 Forze interne – Azione sismica SLV



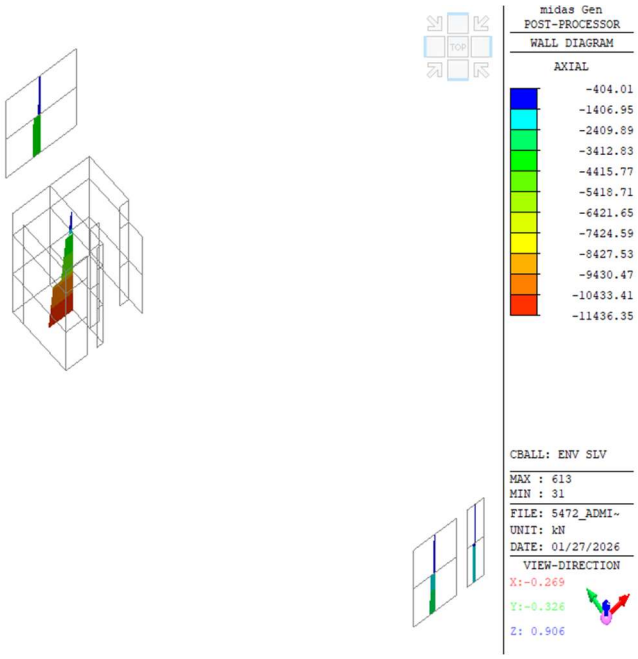
Colonne: inviluppo azione assiale – inviluppo SLV



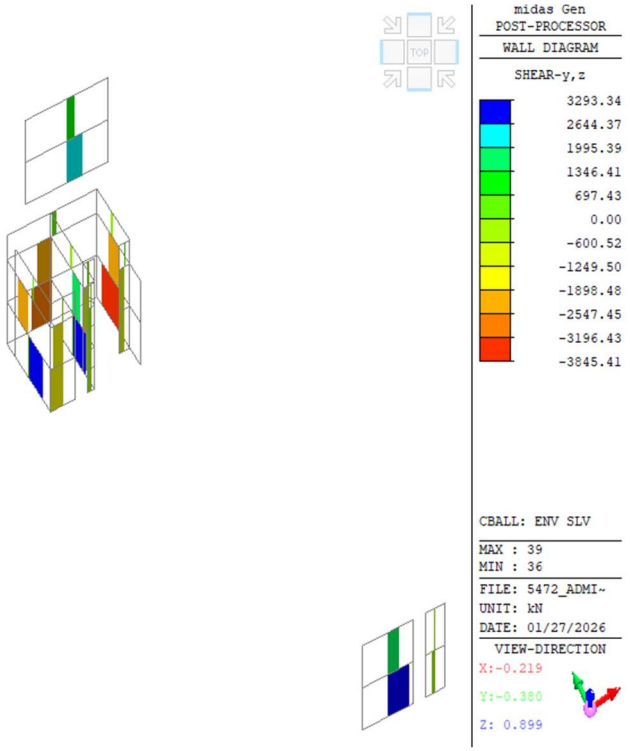
Colonne: inviluppo azione di taglio - inviluppo SLV



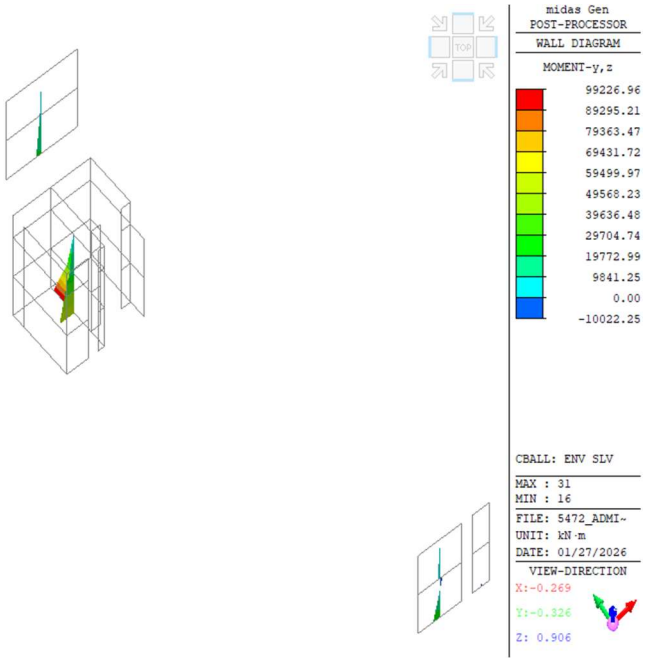
Colonne: inviluppo momento flettente – inviluppo SLV



Pareti: inviluppo azioni assiali - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo azioni di taglio - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo momento flettente – inviluppo SLV

15.7 Verifica di operatività (RIG)

In base alle prestazioni sismiche definite nei capitoli precedenti, è necessario garantire lo stato funzionale della struttura (SLO) per un livello di azione sismica corrispondente a un periodo di ritorno pari a 60 anni. Tale requisito, secondo la NTC18, viene verificato con riferimento agli spostamenti tra i piani.

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0033 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO1	3F	4000.00	-	0.0033	6211	0.3447	0.3447	0.0001	OK	0.3303	0.3303	1.0436	0.0001	OK
SLO1	2F	7000.00	-	0.0033	6061	6.8534	6.8534	0.0010	OK	0.4305	0.4305	15.9204	0.0001	OK
SLO1	1F	7000.00	-	0.0033	10005	2.2267	2.2267	0.0003	OK	0.9332	0.9332	2.3862	0.0001	OK
SLO2	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.3449	0.3449	0.0001	OK	0.3298	0.3298	1.0458	0.0001	OK
SLO2	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.0294	7.0294	0.0010	OK	0.4591	0.4591	15.3103	0.0001	OK
SLO2	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.2771	2.2771	0.0003	OK	0.8989	0.8989	2.5331	0.0001	OK
SLO3	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.3555	0.3555	0.0001	OK	0.3291	0.3291	1.0804	0.0001	OK
SLO3	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.7483	7.7483	0.0011	OK	0.5809	0.5809	13.3390	0.0001	OK
SLO3	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.5412	2.5412	0.0004	OK	0.7544	0.7544	3.3684	0.0001	OK
SLO4	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.3619	0.3619	0.0001	OK	0.3286	0.3286	1.1012	0.0001	OK
SLO4	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.9243	7.9243	0.0011	OK	0.6107	0.6107	12.9766	0.0001	OK
SLO4	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.6168	2.6168	0.0004	OK	0.7240	0.7240	3.6145	0.0001	OK
SLO5	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.2924	0.2924	0.0001	OK	0.2635	0.2635	1.1097	0.0001	OK
SLO5	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.5246	6.5246	0.0009	OK	0.5153	0.5153	12.6628	0.0001	OK
SLO5	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	2.0627	2.0627	0.0003	OK	0.7758	0.7758	2.6587	0.0001	OK
SLO6	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.2922	0.2922	0.0001	OK	0.2648	0.2648	1.1038	0.0001	OK
SLO6	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.3503	6.3503	0.0009	OK	0.5058	0.5058	12.5559	0.0001	OK
SLO6	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	2.1597	2.1597	0.0003	OK	0.8161	0.8161	2.6464	0.0001	OK
SLO7	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.3042	0.3042	0.0001	OK	0.2584	0.2584	1.1771	0.0001	OK
SLO7	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.4119	7.4119	0.0011	OK	0.5826	0.5826	12.7219	0.0001	OK
SLO7	1F	7000.00	1.00	0.0033	10000	1.9018	1.9018	0.0003	OK	0.5617	0.5617	3.3856	0.0001	OK
SLO8	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.2964	0.2964	0.0001	OK	0.2597	0.2597	1.1412	0.0001	OK
SLO8	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.2372	7.2372	0.0010	OK	0.5655	0.5655	12.7990	0.0001	OK
SLO8	1F	7000.00	1.00	0.0033	10000	1.7935	1.7935	0.0003	OK	0.6016	0.6016	2.9812	0.0001	OK
SLO9	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5113	0.5113	0.0001	OK	0.4767	0.4767	1.0724	0.0001	OK
SLO9	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.2937	3.2937	0.0005	OK	0.5772	0.5772	5.7065	0.0001	OK
SLO9	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	1.8768	1.8768	0.0003	OK	1.0489	1.0489	1.7892	0.0001	OK
SLO10	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5134	0.5134	0.0001	OK	0.4774	0.4774	1.0754	0.0001	OK
SLO10	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.5323	3.5323	0.0005	OK	0.6179	0.6179	5.7170	0.0001	OK
SLO10	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	1.9287	1.9287	0.0003	OK	1.0343	1.0343	1.8647	0.0001	OK
SLO11	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5164	0.5164	0.0001	OK	0.4778	0.4778	1.0809	0.0001	OK
SLO11	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.8155	3.8155	0.0005	OK	0.6618	0.6618	5.7653	0.0001	OK
SLO11	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.0111	2.0111	0.0003	OK	1.0257	1.0257	1.9607	0.0001	OK
SLO12	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5185	0.5185	0.0001	OK	0.4785	0.4785	1.0838	0.0001	OK
SLO12	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	4.0546	4.0546	0.0006	OK	0.7047	0.7047	5.7537	0.0001	OK
SLO12	1F	7000.00	1.00	0.0033	10000	2.1553	2.1553	0.0003	OK	1.0195	1.0195	2.1141	0.0001	OK
SLO13	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.4262	0.4262	0.0001	OK	0.3834	0.3834	1.1116	0.0001	OK
SLO13	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.2610	2.2610	0.0003	OK	0.5553	0.5553	4.0716	0.0001	OK
SLO13	1F	7000.00	1.00	0.0033	10008	1.4978	1.4978	0.0002	OK	0.9064	0.9064	1.6524	0.0001	OK

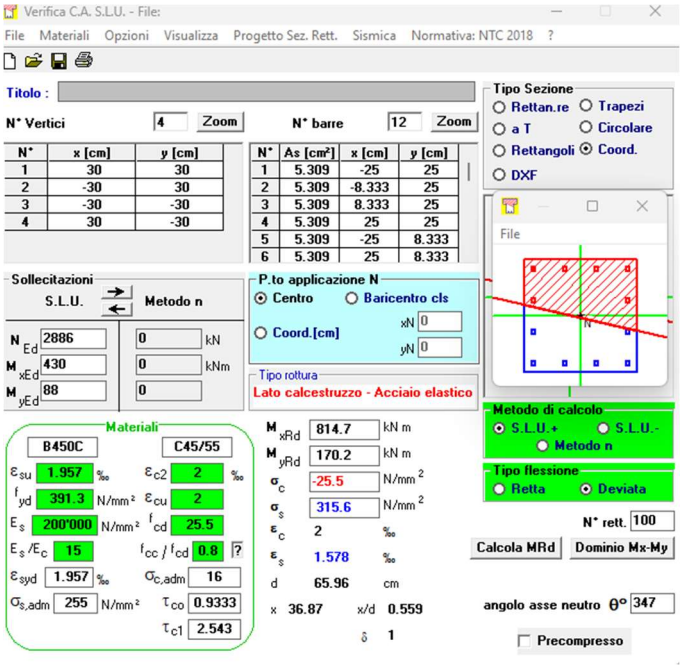
SLO14	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.4242	0.4242	0.0001	OK	0.3824	0.3824	1.1093	0.0001	OK
SLO14	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.3180	2.3180	0.0003	OK	0.5298	0.5298	4.3755	0.0001	OK
SLO14	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	1.4308	1.4308	0.0002	OK	0.8921	0.8921	1.6039	0.0001	OK
SLO15	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.4307	0.4307	0.0001	OK	0.3857	0.3857	1.1167	0.0001	OK
SLO15	2F	7000.00	1.00	0.0033	6047	2.3289	2.3289	0.0003	OK	0.6145	0.6145	3.7899	0.0001	OK
SLO15	1F	7000.00	1.00	0.0033	10006	1.7590	1.7590	0.0003	OK	0.9522	0.9522	1.8474	0.0001	OK
SLO16	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.4286	0.4286	0.0001	OK	0.3846	0.3846	1.1145	0.0001	OK
SLO16	2F	7000.00	1.00	0.0033	6047	2.2321	2.2321	0.0003	OK	0.5830	0.5830	3.8286	0.0001	OK
SLO16	1F	7000.00	1.00	0.0033	10006	1.6353	1.6353	0.0002	OK	0.9291	0.9291	1.7601	0.0001	OK
SLO17	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.4446	0.4446	0.0001	OK	0.4206	0.4206	1.0571	0.0001	OK
SLO17	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.4454	6.4454	0.0009	OK	0.4097	0.4097	15.7338	0.0001	OK
SLO17	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.2729	2.2729	0.0003	OK	1.0566	1.0566	2.1511	0.0002	OK
SLO18	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.4445	0.4445	0.0001	OK	0.4206	0.4206	1.0570	0.0001	OK
SLO18	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.6211	6.6211	0.0009	OK	0.4401	0.4401	15.0435	0.0001	OK
SLO18	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.3143	2.3143	0.0003	OK	1.0233	1.0233	2.2615	0.0001	OK
SLO19	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.4413	0.4413	0.0001	OK	0.4213	0.4213	1.0474	0.0001	OK
SLO19	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.3393	7.3393	0.0010	OK	0.5710	0.5710	12.8529	0.0001	OK
SLO19	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.5447	2.5447	0.0004	OK	0.8828	0.8828	2.8826	0.0001	OK
SLO20	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.4425	0.4425	0.0001	OK	0.4213	0.4213	1.0502	0.0001	OK
SLO20	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	7.5151	7.5151	0.0011	OK	0.6016	0.6016	12.4909	0.0001	OK
SLO20	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.6130	2.6130	0.0004	OK	0.8531	0.8531	3.0629	0.0001	OK
SLO21	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.2270	0.2270	0.0001	OK	0.2086	0.2086	1.0885	0.0001	OK
SLO21	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.0810	6.0810	0.0009	OK	0.3075	0.3075	19.7724	0.0000	OK
SLO21	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	2.2031	2.2031	0.0003	OK	0.8480	0.8480	2.5979	0.0001	OK
SLO22	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.2266	0.2266	0.0001	OK	0.2095	0.2095	1.0817	0.0001	OK
SLO22	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	5.9060	5.9060	0.0008	OK	0.2906	0.2906	20.3201	0.0000	OK
SLO22	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	2.3019	2.3019	0.0003	OK	0.8886	0.8886	2.5903	0.0001	OK
SLO23	3F	4000.00	1.00	0.0033	6208	0.2321	0.2321	0.0001	OK	0.2056	0.2056	1.1291	0.0001	OK
SLO23	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.9713	6.9713	0.0010	OK	0.4179	0.4179	16.6800	0.0001	OK
SLO23	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	1.8442	1.8442	0.0003	OK	0.6303	0.6303	2.9257	0.0001	OK
SLO24	3F	4000.00	1.00	0.0033	6211	0.2257	0.2257	0.0001	OK	0.2065	0.2065	1.0932	0.0001	OK
SLO24	2F	7000.00	1.00	0.0033	6061	6.7961	6.7961	0.0010	OK	0.3931	0.3931	17.2865	0.0001	OK
SLO24	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	1.7921	1.7921	0.0003	OK	0.6709	0.6709	2.6711	0.0001	OK
SLO25	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.6670	0.6670	0.0002	OK	0.6243	0.6243	1.0684	0.0002	OK
SLO25	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.0965	3.0965	0.0004	OK	0.7487	0.7487	4.1357	0.0001	OK
SLO25	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	1.9516	1.9516	0.0003	OK	1.1699	1.1699	1.6682	0.0002	OK
SLO26	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.6691	0.6691	0.0002	OK	0.6252	0.6252	1.0703	0.0002	OK
SLO26	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.3327	3.3327	0.0005	OK	0.7817	0.7817	4.2635	0.0001	OK
SLO26	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	1.9873	1.9873	0.0003	OK	1.1522	1.1522	1.7248	0.0002	OK
SLO27	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.6719	0.6719	0.0002	OK	0.6259	0.6259	1.0735	0.0002	OK
SLO27	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.6137	3.6137	0.0005	OK	0.8166	0.8166	4.4255	0.0001	OK
SLO27	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.0510	2.0510	0.0003	OK	1.1397	1.1397	1.7996	0.0002	OK
SLO28	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.6740	0.6740	0.0002	OK	0.6268	0.6268	1.0754	0.0002	OK
SLO28	2F	7000.00	1.00	0.0033	6052	3.8511	3.8511	0.0006	OK	0.8528	0.8528	4.5159	0.0001	OK
SLO28	1F	7000.00	1.00	0.0033	10005	2.1237	2.1237	0.0003	OK	1.1294	1.1294	1.8803	0.0002	OK
SLO29	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5971	0.5971	0.0001	OK	0.5449	0.5449	1.0958	0.0001	OK
SLO29	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.5926	2.5926	0.0004	OK	0.7696	0.7696	3.3688	0.0001	OK
SLO29	1F	7000.00	1.00	0.0033	10008	1.5120	1.5120	0.0002	OK	0.9905	0.9905	1.5265	0.0001	OK
SLO30	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5951	0.5951	0.0001	OK	0.5438	0.5438	1.0944	0.0001	OK
SLO30	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.6593	2.6593	0.0004	OK	0.7502	0.7502	3.5449	0.0001	OK
SLO30	1F	7000.00	1.00	0.0033	10009	1.4636	1.4636	0.0002	OK	0.9828	0.9828	1.4892	0.0001	OK
SLO31	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.6014	0.6014	0.0002	OK	0.5474	0.5474	1.0985	0.0001	OK
SLO31	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.4696	2.4696	0.0004	OK	0.8142	0.8142	3.0332	0.0001	OK
SLO31	1F	7000.00	1.00	0.0033	10006	1.7298	1.7298	0.0002	OK	1.0221	1.0221	1.6925	0.0001	OK
SLO32	3F	4000.00	1.00	0.0033	6210	0.5993	0.5993	0.0001	OK	0.5463	0.5463	1.0971	0.0001	OK
SLO32	2F	7000.00	1.00	0.0033	6089	2.5196	2.5196	0.0004	OK	0.7895	0.7895	3.1913	0.0001	OK
SLO32	1F	7000.00	1.00	0.0033	10007	1.6157	1.6157	0.0002	OK	1.0059	1.0059	1.6062	0.0001	OK

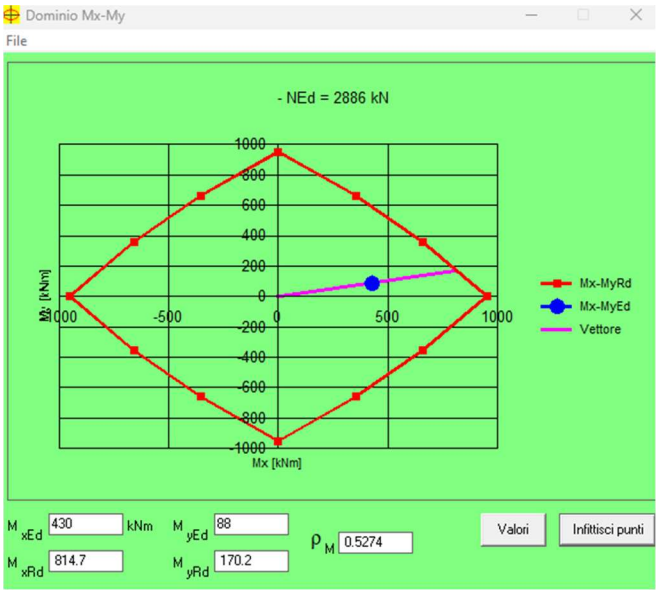
Direzione combinata XY

Le tabelle precedenti mostrano che la verifica è soddisfatta.

15.8 Verifica di resistenza

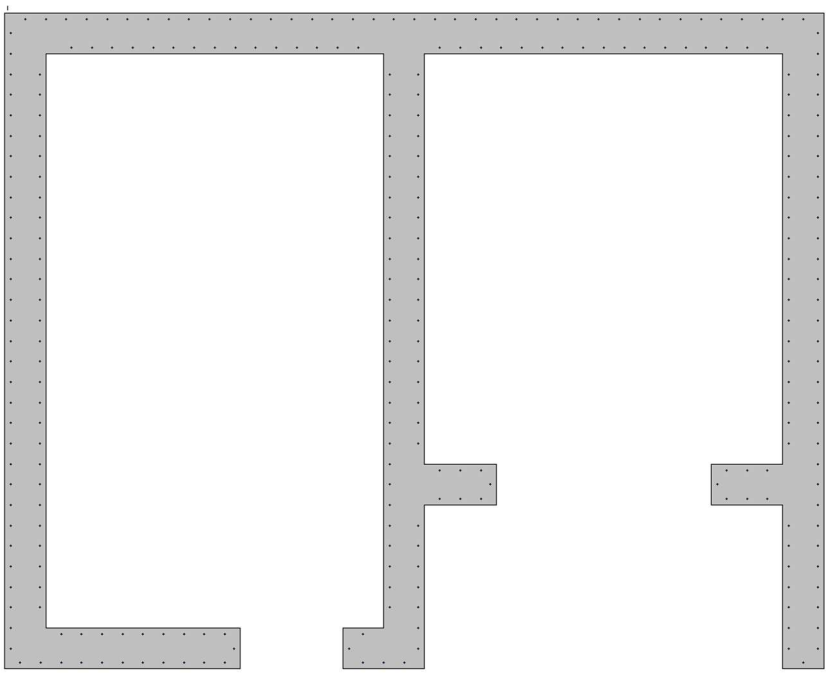
Di seguito sono riportati i rapporti di verifica della colonna/parete in c.a più sollecitata.



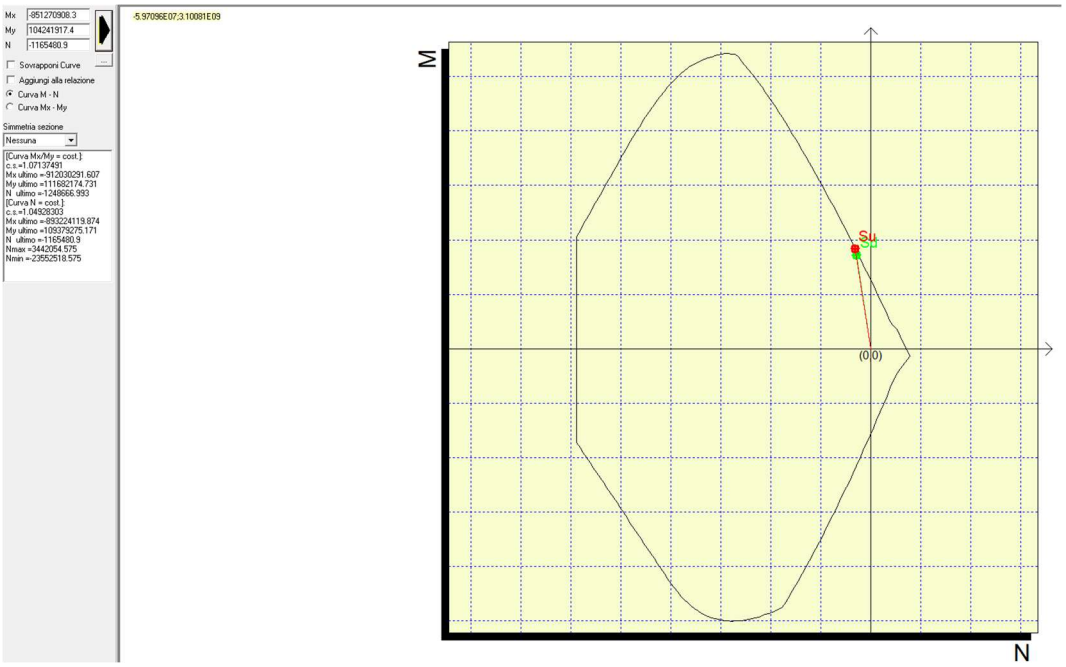


Verifica colonne - SLU/SLV inviluppo – P60x60; Barre longitudinali: 12Ø26

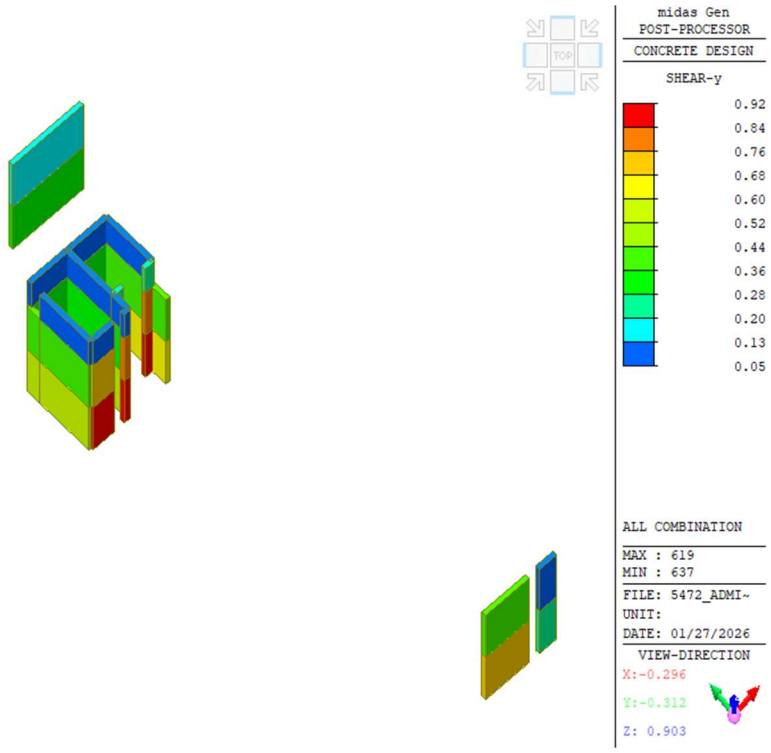
Numero identficativo parete



Numero identficativo parete 4 armature verticali 1+1Ø20/20



Verifica pressoflessione (fattore di sicurezza 1,04>1->verifica soddisfacente)



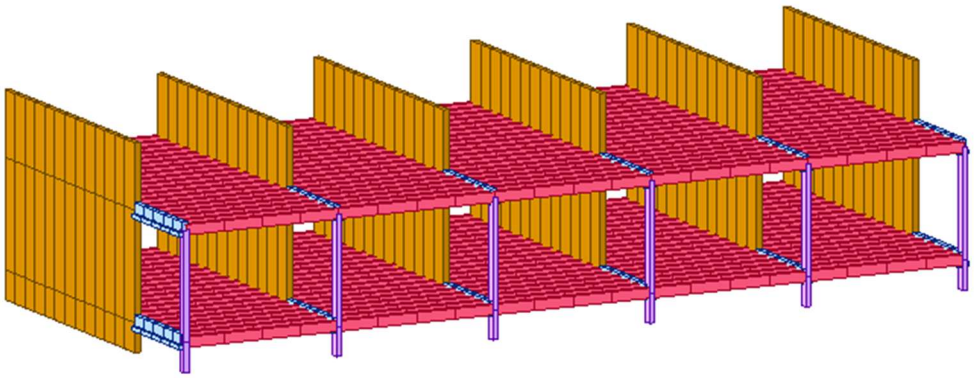
Verifica di taglio – inviluppo SLU/SLV – Barre orizzontali 1+1Ø12/20

16. GANTRY ESTERNO

In questo paragrafo sono riportate le verifiche del gantry esterno.
Gli elementi strutturali sono:

- Colonne prefabbricate in calcestruzzo: 60x40 cm;
- Travi prefabbricate in calcestruzzo precompresso 40x70 cm;
- Trave prefabbricata L/T h=100 cm;
- Controvento orizzontali in acciaio: Ø20;
- Pareti prefabbricate in calcestruzzo armato a doppia lastra.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in termini di forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti, verifiche strutturali.



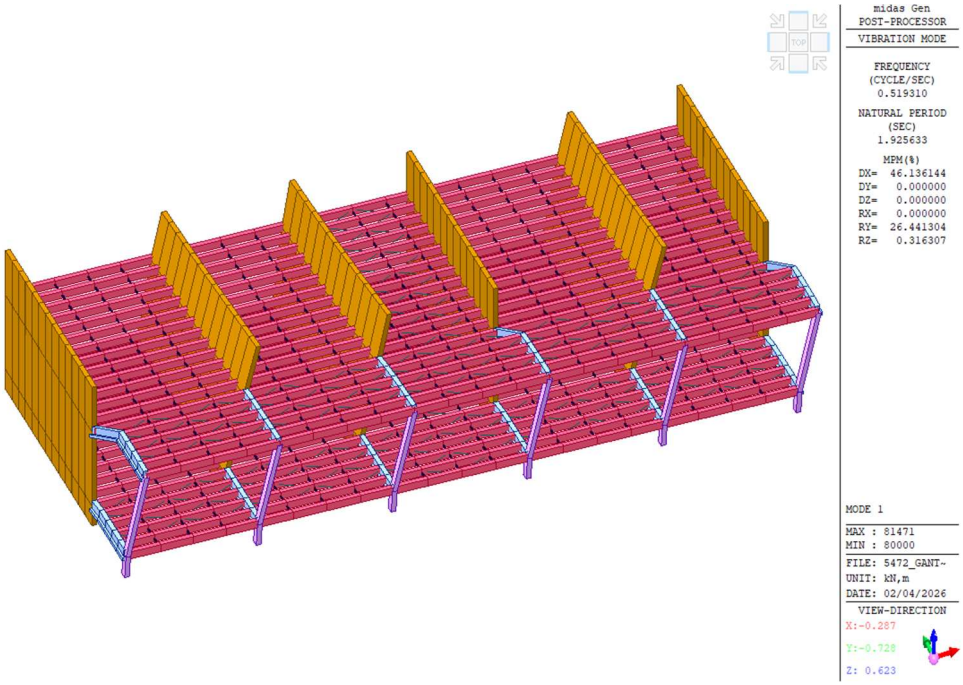
Modello 3D FEM Gantry

16.1 Analisi modale

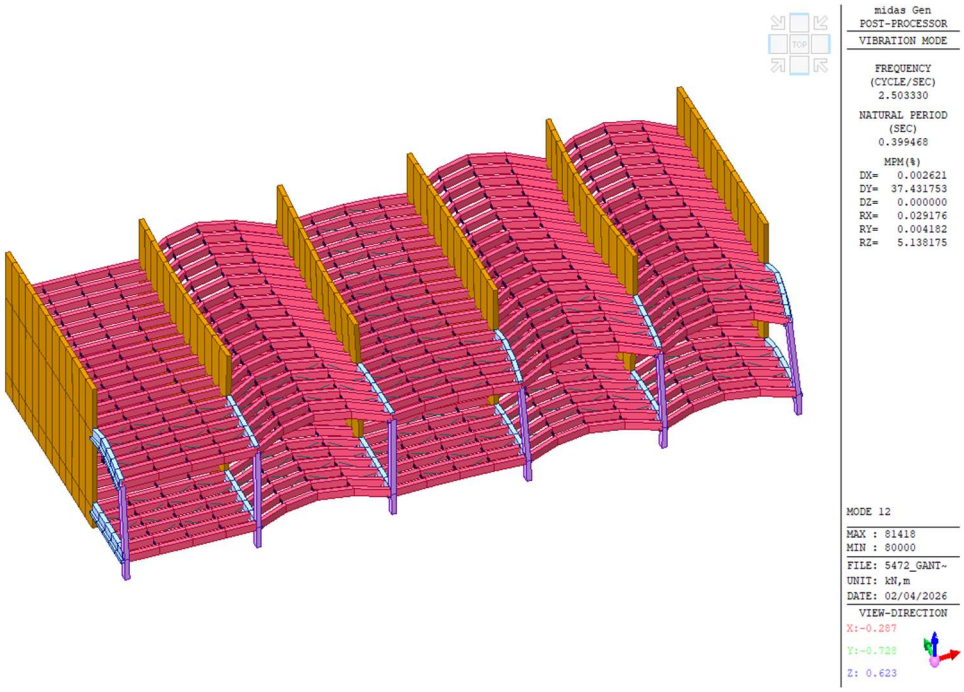
EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	3.2629	0.5193	1.9256	0.0000e+00
2	4.2148	0.6708	1.4908	0.0000e+00
3	4.8751	0.7759	1.2888	0.0000e+00
4	5.9137	0.9412	1.0625	0.0000e+00
5	5.9199	0.9422	1.0614	0.0000e+00
6	6.4151	1.0210	0.9794	0.0000e+00
7	6.4210	1.0219	0.9785	0.0000e+00
8	7.6294	1.2143	0.8235	0.0000e+00
9	10.7386	1.7091	0.5851	0.0000e+00
10	11.3129	1.8005	0.5554	0.0000e+00
11	15.0578	2.3965	0.4173	0.0000e+00
12	15.7289	2.5033	0.3995	0.0000e+00
13	16.2494	2.5862	0.3867	0.0000e+00
14	16.5597	2.6356	0.3794	0.0000e+00
15	17.3050	2.7542	0.3631	0.0000e+00
16	32.9594	5.2456	0.1906	0.0000e+00
17	36.1755	5.7575	0.1737	0.0000e+00
18	51.5387	8.2026	0.1219	0.0000e+00
19	61.1984	9.7400	0.1027	0.0000e+00
20	129.8171	20.6610	0.0484	0.0000e+00

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	46.1361	46.1361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	26.4413	26.4413	0.3163	0.3163
2	0.0155	46.1516	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0098	26.4511	0.0013	0.3176
3	0.0111	46.1628	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0388	26.4899	2.5146	2.8321
4	4.5370	50.6997	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.7171	31.2071	0.8722	3.7043
5	0.1361	50.8358	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2630	31.4701	4.1368	7.8411
6	3.2303	54.0661	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.7042	35.1743	0.0716	7.9127
7	2.5504	56.6166	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.9309	38.1052	0.0560	7.9687
8	0.0010	56.6176	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	38.1081	0.0294	7.9981
9	0.0243	56.6419	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0542	38.1623	0.0067	8.0048
10	0.0000	56.6419	0.0002	0.0003	0.0000	0.0000	0.0011	0.0012	0.0003	38.1626	0.0017	8.0065
11	0.0902	56.7320	0.0120	0.0123	0.0000	0.0000	0.8550	0.8561	0.1529	38.3155	0.0096	8.0161
12	0.0026	56.7347	37.4318	37.4440	0.0000	0.0000	0.0292	0.8853	0.0042	38.3197	5.1382	13.1543
13	0.1269	56.8616	8.9721	46.4161	0.0000	0.0000	7.4508	8.3361	0.1938	38.5135	0.4513	13.6056
14	0.0653	56.9268	11.2331	57.6492	0.0000	0.0000	0.0558	8.3919	0.0979	38.6114	12.3181	25.9238
15	9.7098	66.6366	0.0005	57.6497	0.0000	0.0000	0.0491	8.4410	13.9512	52.5627	3.1745	29.0982
16	5.9057	72.5423	0.0026	57.6522	0.0000	0.0000	0.1212	8.5623	6.5941	59.1568	0.3061	29.4043
17	1.6765	74.2188	0.0323	57.6845	0.0000	0.0000	0.7252	9.2875	1.8822	61.0390	0.0016	29.4059
18	3.0282	77.2470	0.1077	57.7923	0.0000	0.0000	2.3227	11.6102	4.1066	65.1455	0.0320	29.4380
19	20.0412	97.2882	0.0200	57.8123	0.0000	0.0000	0.7127	12.3228	30.3776	95.5231	0.7462	30.1841
20	0.0037	97.2919	31.8136	89.6260	0.0000	0.0000	9.2785	21.6014	0.0075	95.5306	0.0047	30.1888

Massa sismica, periodi di vibrazione e masse partecipanti



Modo 1



Modo 12

16.2 Effetti del secondo ordine

Per valutare la sensibilità della struttura agli effetti di secondo ordine, si è fatto riferimento al paragrafo 7.3.1 del NTC2018.

Per le costruzioni civili e industriali, le non linearità geometriche possono essere trascurate se:

$$\theta = [P * d_{Er}] / [V * h] \leq 0.1$$

dove:

- - P è il carico verticale totale che agisce sul piano in questione e sulla struttura sovrastante;
- - d_{Er} è lo spostamento orizzontale medio tra i piani, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale del solaio considerato e lo spostamento orizzontale del solaio immediatamente sottostante;
- - V è la forza orizzontale totale che agisce sul solaio;
- - h è la distanza tra il solaio in questione e quello immediatamente sottostante.

Le tabelle seguenti riportano i valori del coefficiente di stabilità per ciascun piano e nelle due direzioni principali dell'edificio. La valutazione è effettuata con riferimento all'analisi dinamica lineare con spettro di progetto elastico.

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.50	5049.0000	556.4914	0.0157	1.0000	0.0317	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.50	41594.5785	1628.9874	0.0196	1.0000	0.0668	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	2.00	71771.1571	4203.9120	0.0017	1.0000	0.0143	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.50	5049.0000	13.9204	0.0000	1.0000	0.0039	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.50	41594.5785	15.6812	0.0000	1.0000	0.0081	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	2.00	71771.1571	130.8678	0.0000	1.0000	0.0030	0.3000	OK	1.0000

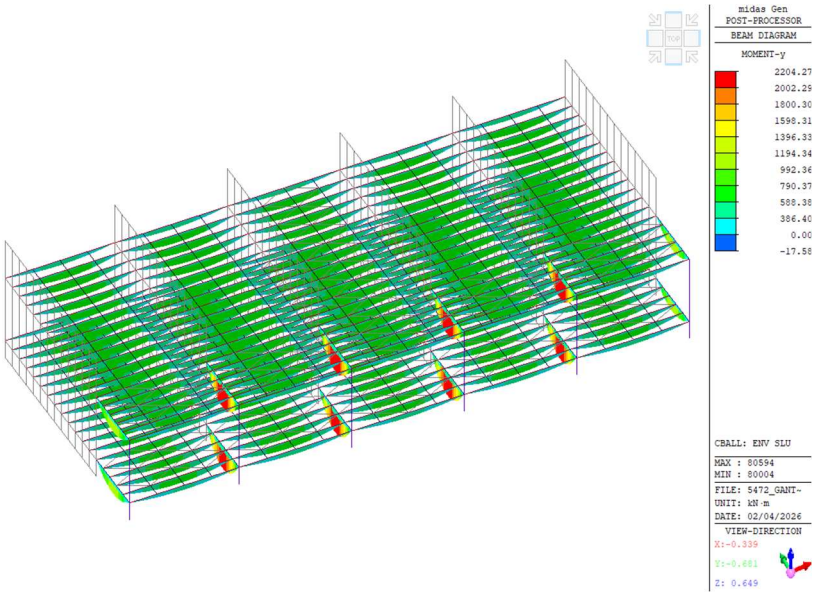
Direzione X

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
q=1, Ie=1, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
SLV X(RS)	3F	4.50	5049.0000	381.9956	0.0000	1.0000	0.0000	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	2F	7.50	41594.5785	1020.5203	0.0000	1.0000	0.0002	0.3000	OK	1.0000
SLV X(RS)	1F	2.00	71771.1571	4271.6228	0.0000	1.0000	0.0002	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	3F	4.50	5049.0000	408.8802	0.0000	1.0000	0.0001	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	2F	7.50	41594.5785	4916.8566	0.0001	1.0000	0.0001	0.3000	OK	1.0000
SLV Y(RS)	1F	2.00	71771.1571	9828.8495	0.0001	1.0000	0.0002	0.3000	OK	1.0000

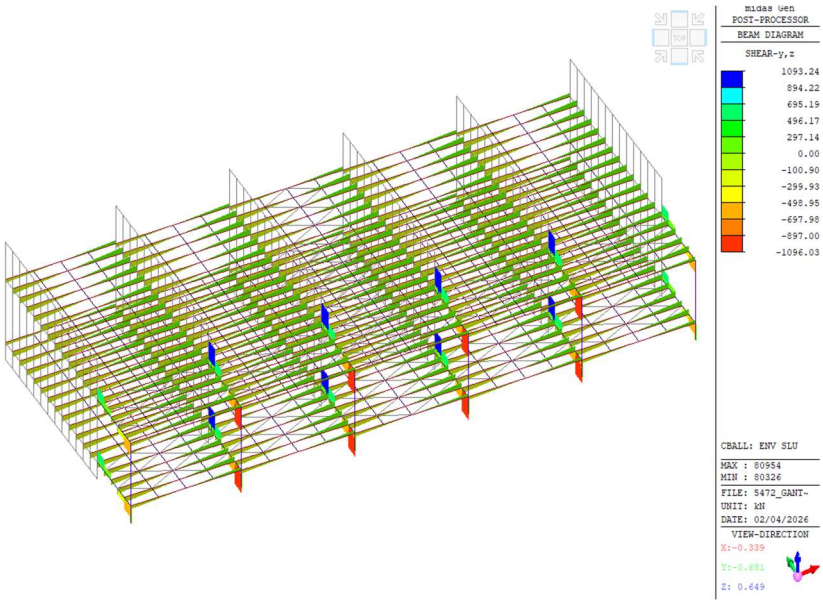
Direzione Y

Poiché il coefficiente di stabilità è inferiore a 0,1, gli effetti di secondo ordine sono stati trascurati.

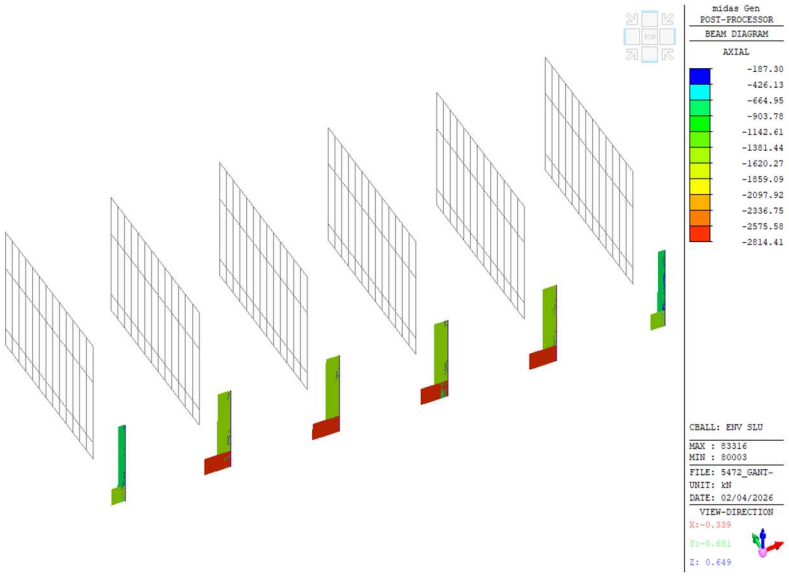
16.3 Forze interne SLU



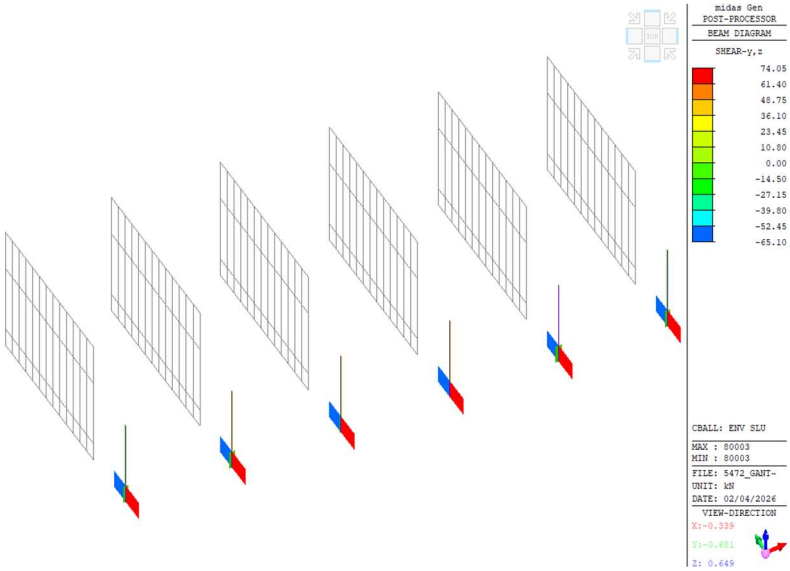
Travi: inviluppo del momento flettente – SLU



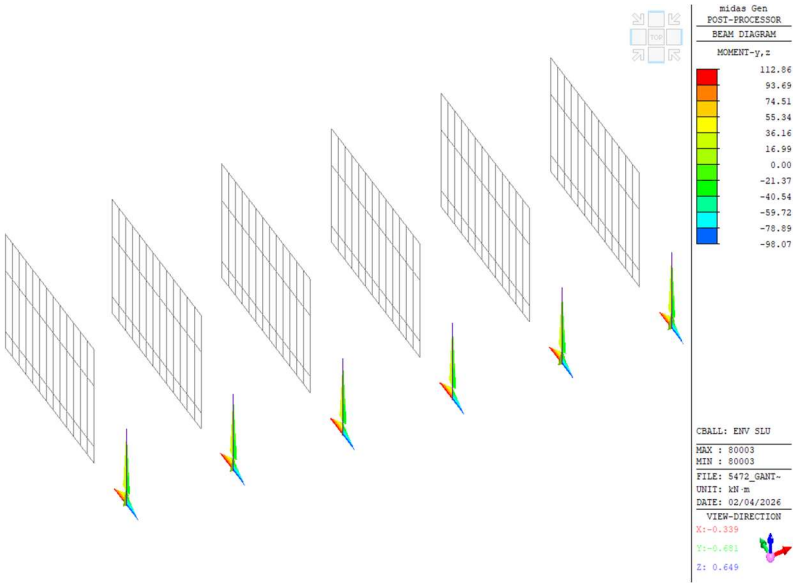
Travi: Inviluppo azioni di taglio – SLU



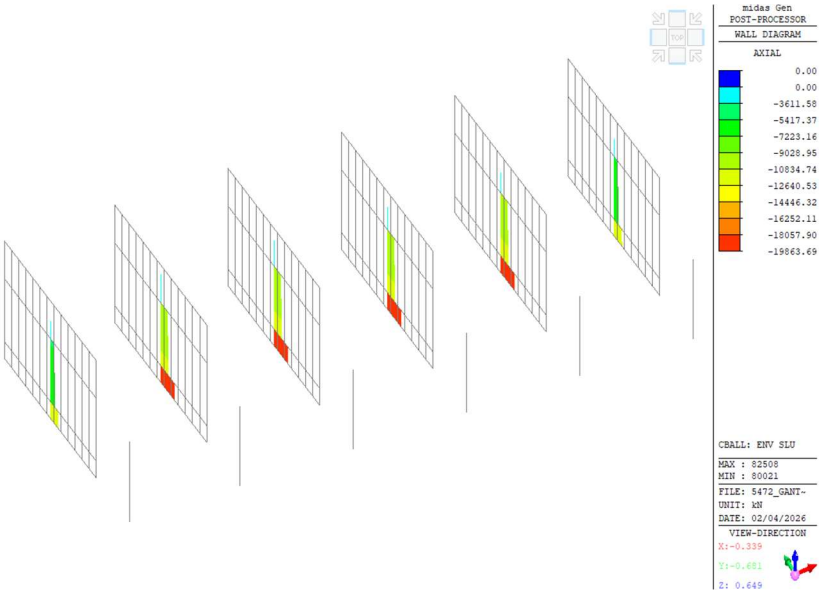
Colonne: inviluppo azioni assiali - SLU



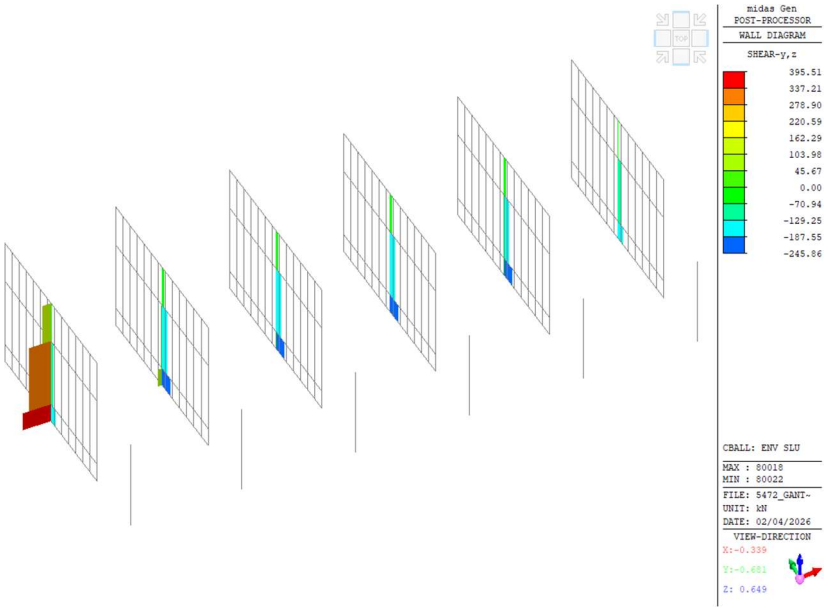
Colonne: inviluppo azioni di taglio - SLU



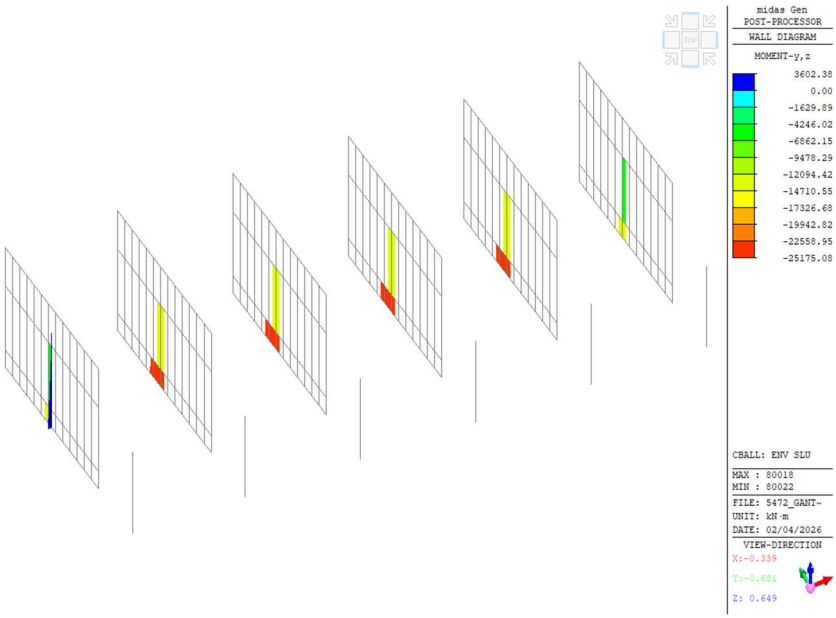
Colonne: inviluppo momento flettente – SLU



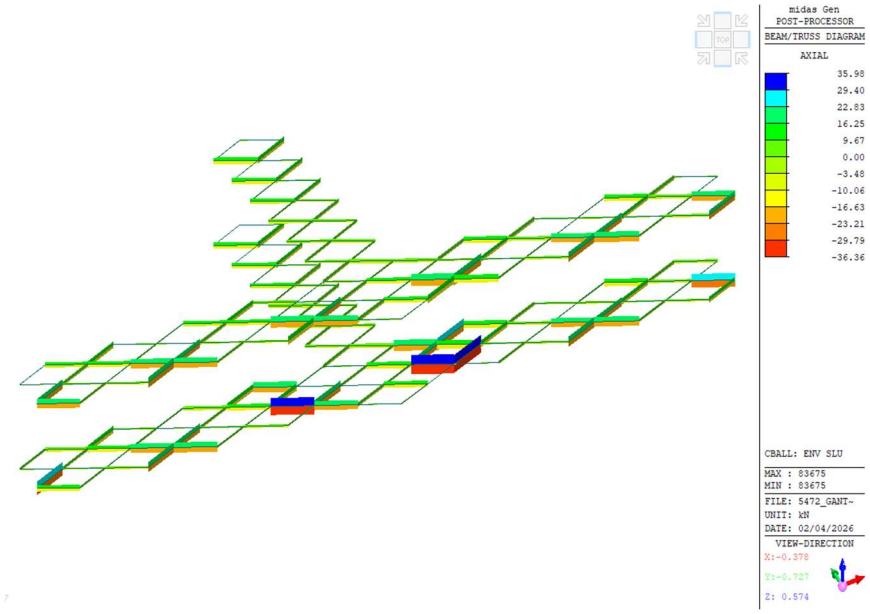
Pareti: inviluppo azione assiale - SLU



Pareti: Inviluppo azioni di taglio – SLU

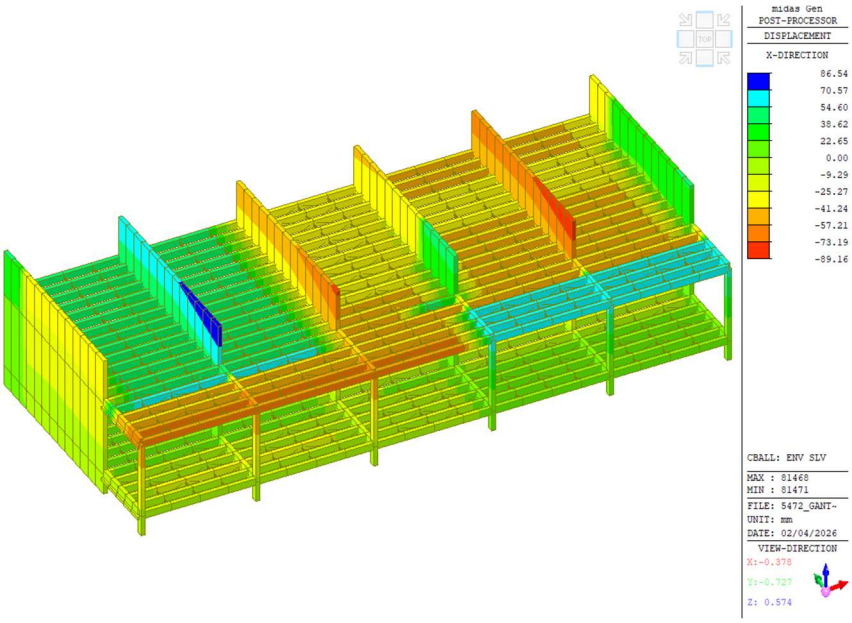


Pareti: inviluppo momento flettente – SLU

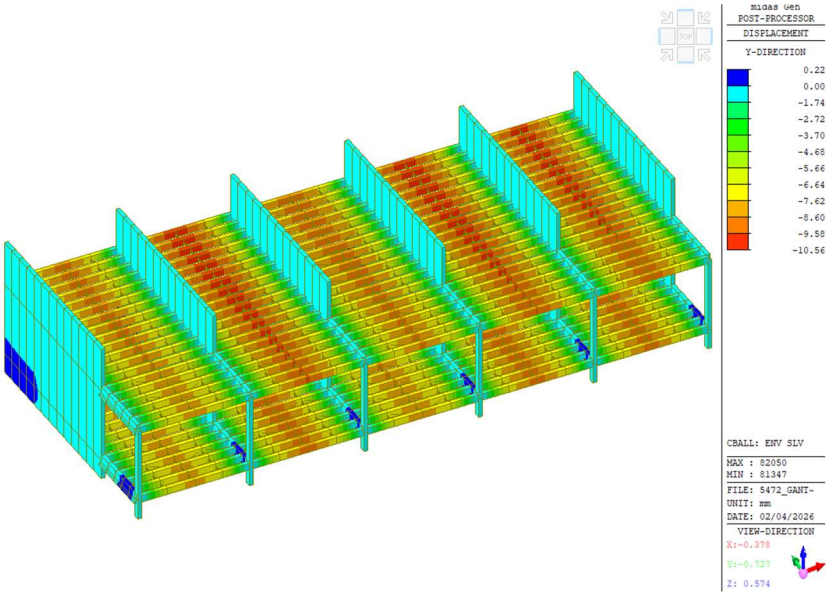


Controventi orizzontali in acciaio: inviluppo azioni assiali – SLU

16.4 Spostamenti SLV - Azione sismica SLV

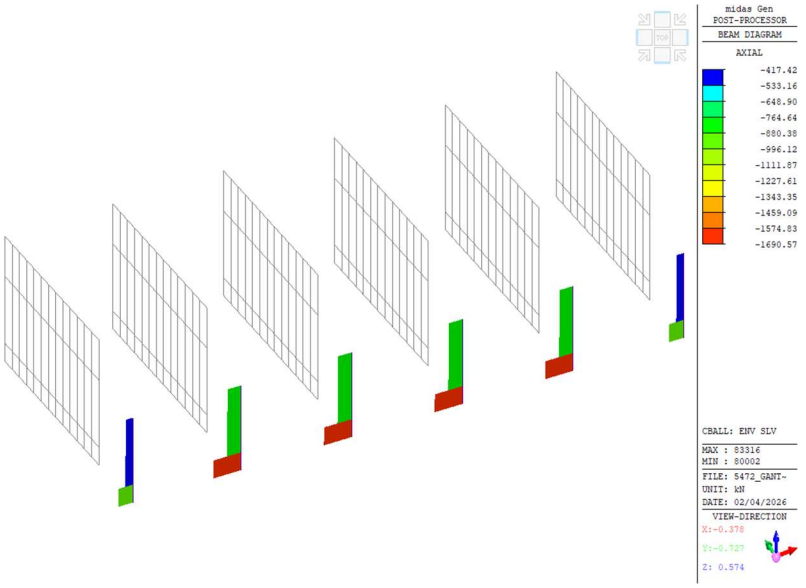


Inviluppo spostamento sismico in direzione X – SLV

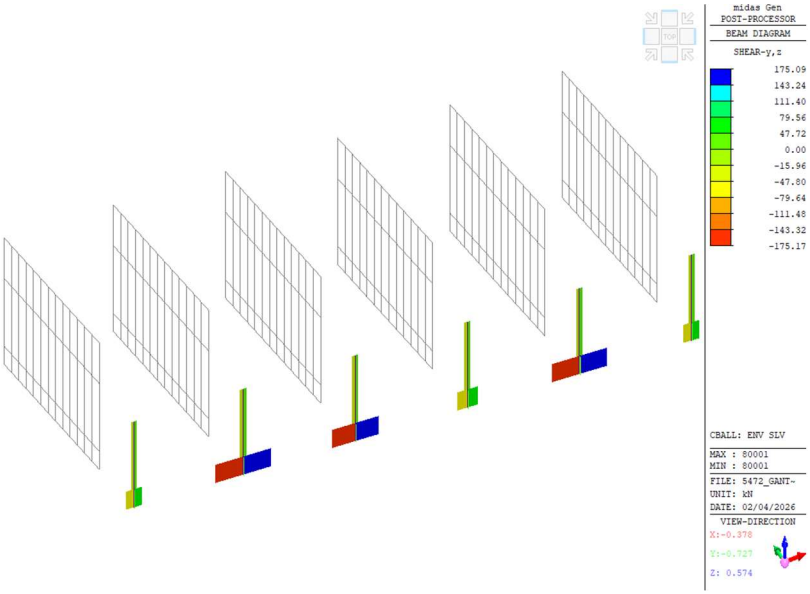


Inviluppo spostamento sismico in direzione Y– SLV

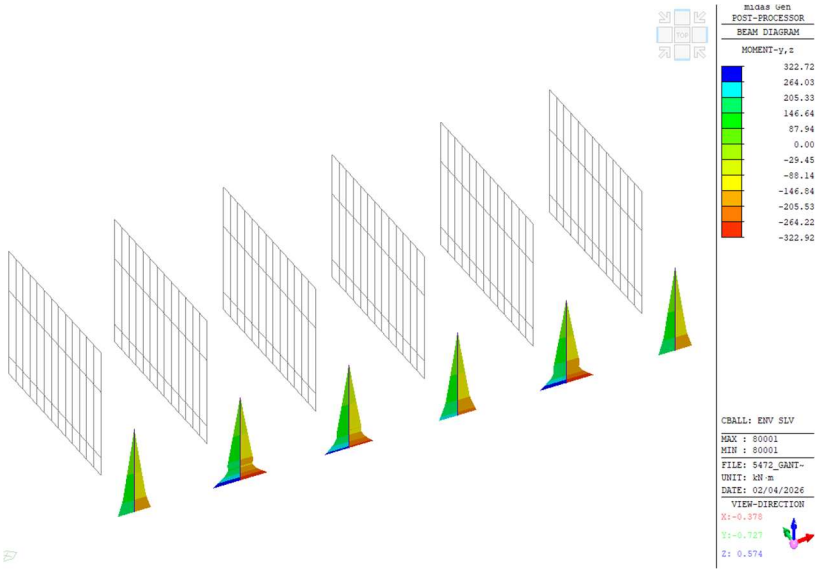
16.5 Forze interne – Azione sismica SLV



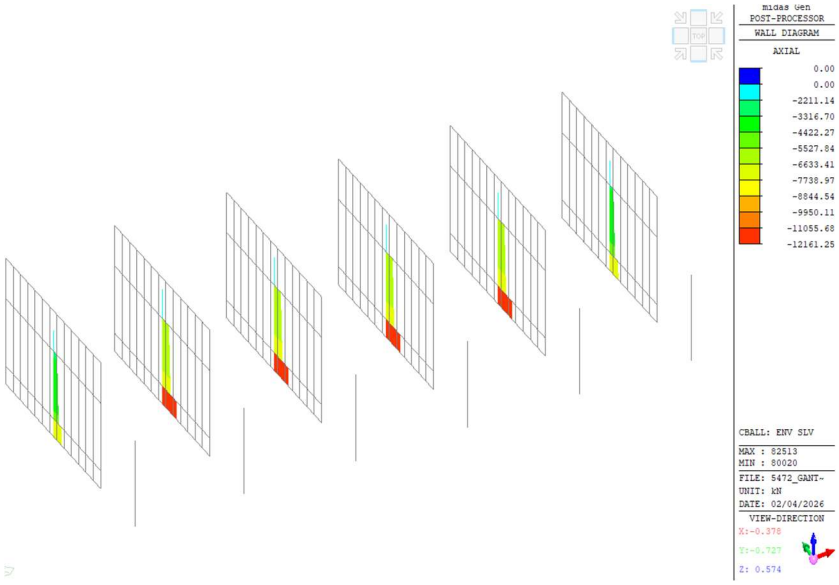
Colonne: inviluppo forza assiale – inviluppo SLV



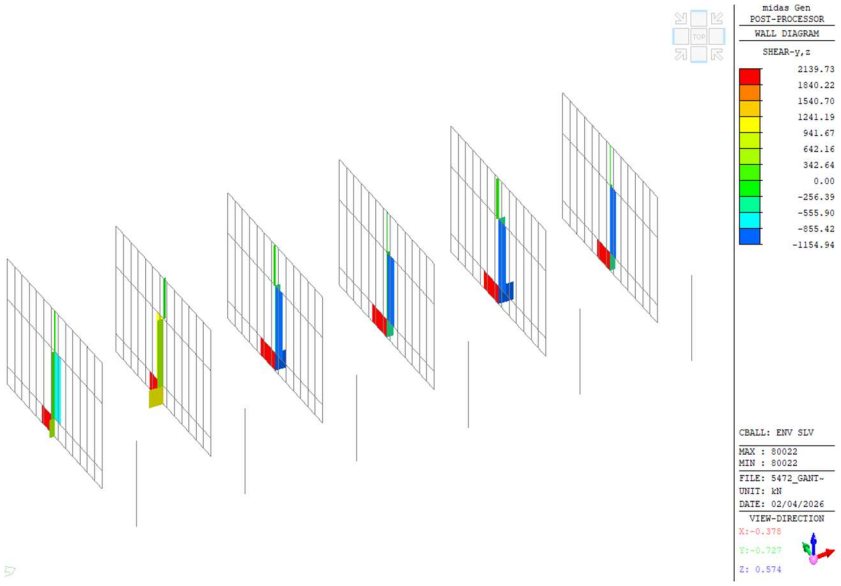
Colonne: inviluppo forza di taglio - inviluppo SLV



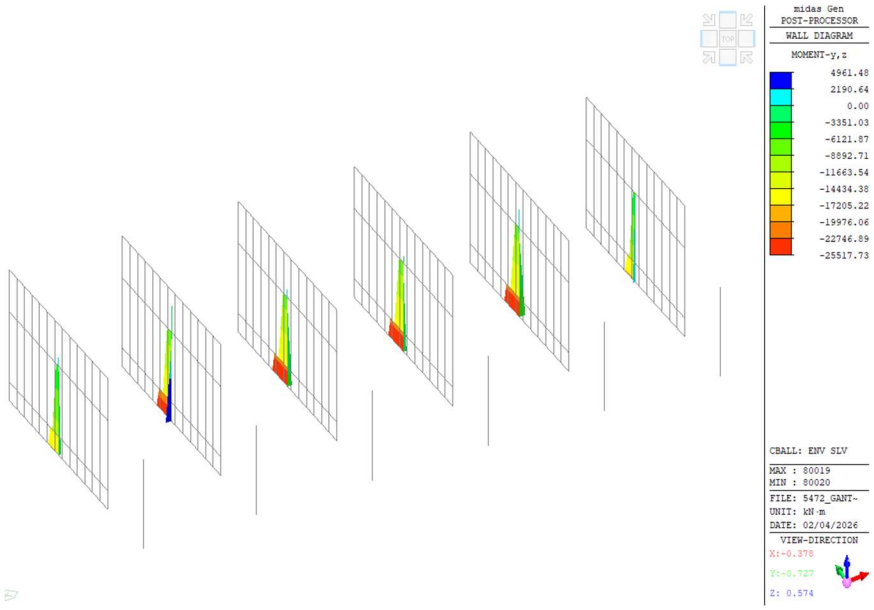
Colonne: inviluppo momento flettente – inviluppo SLV



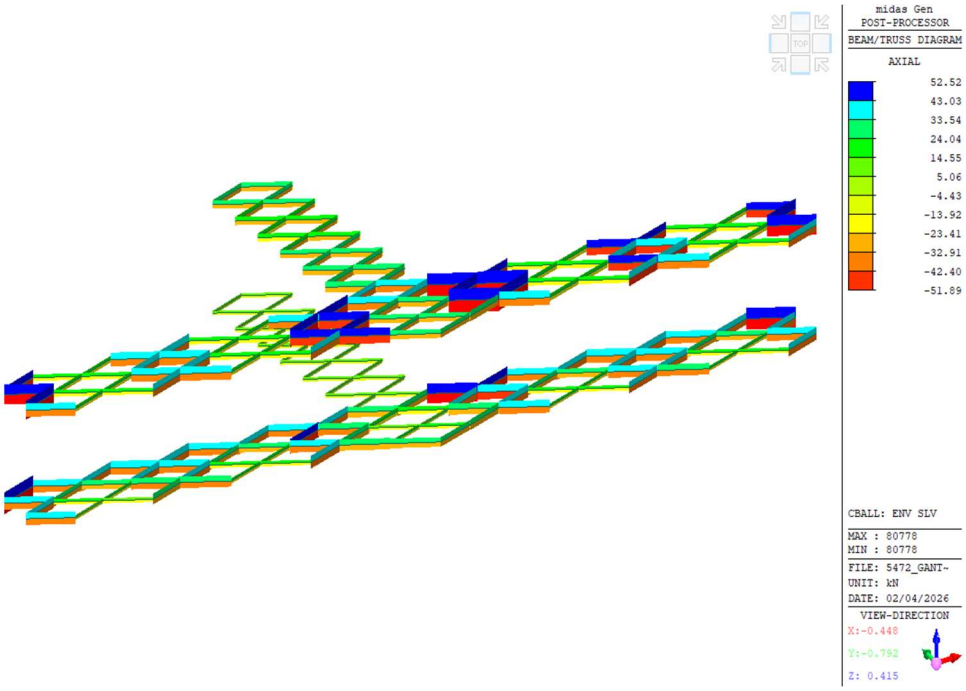
Pareti: inviluppo forza assiale - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo azioni di taglio - inviluppo SLV



Pareti: inviluppo momento flettente – inviluppo SLV



Controventi orizzontali in acciaio: inviluppo azione assiale – SLV

16.6 Verifica di Operatività (RIG)

In base alle prestazioni sismiche definite nei capitoli precedenti, è necessario garantire lo stato di funzionamento della struttura (SLO) per un livello di azione sismica corrispondente a un periodo di ritorno pari a 60 anni. Tale requisito, secondo la NTC18, viene verificato facendo riferimento alle deformazioni interpiano.

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, q=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0033 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO1	3F	4500.00	-	0.0033	80601	10.2863	10.2863	0.0023	OK	5.9705	5.9705	1.7229	0.0013	OK
SLO1	2F	7500.00	-	0.0033	81974	15.5307	15.5307	0.0021	OK	7.1744	7.1744	2.1647	0.0010	OK
SLO1	1F	2000.00	-	0.0033	80004	1.9811	1.9811	0.0010	OK	0.6938	0.6938	2.8555	0.0003	OK
SLO2	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.4825	9.4825	0.0021	OK	6.1383	6.1383	1.5448	0.0014	OK
SLO2	2F	7500.00	1.00	0.0033	81727	12.5755	12.5755	0.0017	OK	7.5740	7.5740	1.6603	0.0010	OK
SLO2	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7236	1.7236	0.0009	OK	0.6585	0.6585	2.6172	0.0003	OK
SLO3	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.2661	9.2661	0.0021	OK	6.0980	6.0980	1.5195	0.0014	OK
SLO3	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	13.4678	13.4678	0.0018	OK	7.4862	7.4862	1.7990	0.0010	OK
SLO3	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7101	1.7101	0.0009	OK	0.6569	0.6569	2.6034	0.0003	OK
SLO4	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	9.7810	9.7810	0.0022	OK	6.2658	6.2658	1.5610	0.0014	OK
SLO4	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	12.7617	12.7617	0.0017	OK	7.8858	7.8858	1.6183	0.0011	OK
SLO4	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.4525	1.4525	0.0007	OK	0.6216	0.6216	2.3367	0.0003	OK
SLO5	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.4945	9.4945	0.0021	OK	6.1362	6.1362	1.5473	0.0014	OK
SLO5	2F	7500.00	1.00	0.0033	81727	12.6509	12.6509	0.0017	OK	7.5818	7.5818	1.6686	0.0010	OK
SLO5	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7328	1.7328	0.0009	OK	0.6577	0.6577	2.6345	0.0003	OK
SLO6	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	10.2983	10.2983	0.0023	OK	5.9684	5.9684	1.7255	0.0013	OK
SLO6	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	15.4792	15.4792	0.0021	OK	7.1822	7.1822	2.1552	0.0010	OK
SLO6	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.9903	1.9903	0.0010	OK	0.6930	0.6930	2.8722	0.0003	OK
SLO7	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	9.7817	9.7817	0.0022	OK	6.2637	6.2637	1.5616	0.0014	OK
SLO7	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	12.8286	12.8286	0.0017	OK	7.8936	7.8936	1.6252	0.0011	OK
SLO7	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.4618	1.4618	0.0007	OK	0.6208	0.6208	2.3548	0.0003	OK
SLO8	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.2781	9.2781	0.0021	OK	6.0959	6.0959	1.5220	0.0014	OK
SLO8	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	13.4331	13.4331	0.0018	OK	7.4940	7.4940	1.7925	0.0010	OK
SLO8	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7193	1.7193	0.0009	OK	0.6560	0.6560	2.6208	0.0003	OK
SLO9	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.2857	4.2857	0.0010	OK	1.5401	1.5401	2.7827	0.0003	OK
SLO9	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	11.5904	11.5904	0.0015	OK	1.5348	1.5348	7.5520	0.0002	OK
SLO9	1F	2000.00	1.00	0.0033	80003	1.0098	1.0098	0.0005	OK	0.2635	0.2635	3.8322	0.0001	OK
SLO10	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	3.9797	3.9797	0.0009	OK	1.5784	1.5784	2.5214	0.0004	OK
SLO10	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	10.7883	10.7883	0.0014	OK	1.6283	1.6283	6.6255	0.0002	OK
SLO10	1F	2000.00	1.00	0.0033	80001	0.8924	0.8924	0.0004	OK	0.2524	0.2524	3.5352	0.0001	OK
SLO11	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.4654	4.4654	0.0010	OK	2.0994	2.0994	2.1270	0.0005	OK
SLO11	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.1268	7.1268	0.0010	OK	2.8667	2.8667	2.4860	0.0004	OK
SLO11	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.5497	0.5497	0.0003	OK	0.1463	0.1463	3.7571	0.0001	OK
SLO12	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.9057	4.9057	0.0011	OK	2.1376	2.1376	2.2949	0.0005	OK
SLO12	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.8620	7.8620	0.0010	OK	2.9603	2.9603	2.6558	0.0004	OK
SLO12	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.6400	0.6400	0.0003	OK	0.1353	0.1353	4.7304	0.0001	OK
SLO13	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.4693	4.4693	0.0010	OK	2.0922	2.0922	2.1362	0.0005	OK
SLO13	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.3507	7.3507	0.0010	OK	2.8920	2.8920	2.5417	0.0004	OK
SLO13	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.5928	0.5928	0.0003	OK	0.1430	0.1430	4.1450	0.0001	OK

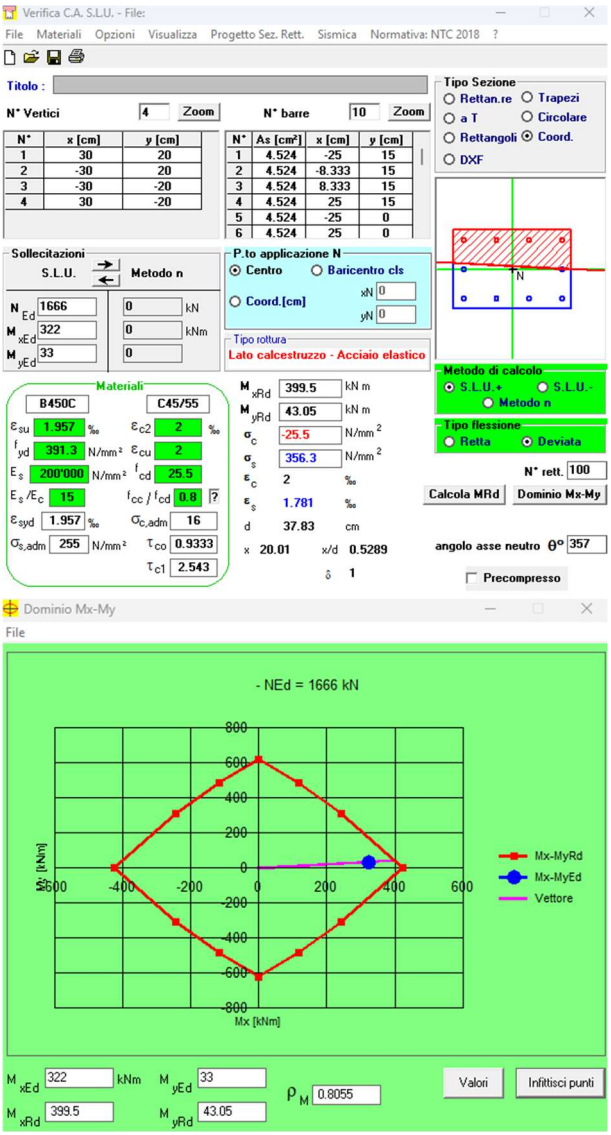
SLO14	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.9096	4.9096	0.0011	OK	2.1304	2.1304	2.3045	0.0005	OK
SLO14	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	8.0859	8.0859	0.0011	OK	2.9855	2.9855	2.7083	0.0004	OK
SLO14	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.6832	0.6832	0.0003	OK	0.1320	0.1320	5.1758	0.0001	OK
SLO15	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.3294	4.3294	0.0010	OK	1.5330	1.5330	2.8242	0.0003	OK
SLO15	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	11.2511	11.2511	0.0015	OK	1.5600	1.5600	7.2122	0.0002	OK
SLO15	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	0.9997	0.9997	0.0005	OK	0.2603	0.2603	3.8411	0.0001	OK
SLO16	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.0233	4.0233	0.0009	OK	1.5712	1.5712	2.5607	0.0003	OK
SLO16	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	10.4490	10.4490	0.0014	OK	1.6536	1.6536	6.3191	0.0002	OK
SLO16	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	0.9184	0.9184	0.0005	OK	0.2492	0.2492	3.6854	0.0001	OK
SLO17	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	10.2901	10.2901	0.0023	OK	5.9706	5.9706	1.7235	0.0013	OK
SLO17	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	15.5237	15.5237	0.0021	OK	7.1746	7.1746	2.1637	0.0010	OK
SLO17	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.9800	1.9800	0.0010	OK	0.6940	0.6940	2.8528	0.0003	OK
SLO18	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.4863	9.4863	0.0021	OK	6.1384	6.1384	1.5454	0.0014	OK
SLO18	2F	7500.00	1.00	0.0033	81727	12.5853	12.5853	0.0017	OK	7.5741	7.5741	1.6616	0.0010	OK
SLO18	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7225	1.7225	0.0009	OK	0.6588	0.6588	2.6148	0.0003	OK
SLO19	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.2699	9.2699	0.0021	OK	6.0981	6.0981	1.5201	0.0014	OK
SLO19	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	13.4713	13.4713	0.0018	OK	7.4864	7.4864	1.7994	0.0010	OK
SLO19	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7091	1.7091	0.0009	OK	0.6571	0.6571	2.6010	0.0003	OK
SLO20	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	9.7830	9.7830	0.0022	OK	6.2658	6.2658	1.5613	0.0014	OK
SLO20	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	12.7634	12.7634	0.0017	OK	7.8860	7.8860	1.6185	0.0011	OK
SLO20	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.4518	1.4518	0.0007	OK	0.6219	0.6219	2.3346	0.0003	OK
SLO21	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.4982	9.4982	0.0021	OK	6.1361	6.1361	1.5479	0.0014	OK
SLO21	2F	7500.00	1.00	0.0033	81727	12.6603	12.6603	0.0017	OK	7.5816	7.5816	1.6699	0.0010	OK
SLO21	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7306	1.7306	0.0009	OK	0.6576	0.6576	2.6316	0.0003	OK
SLO22	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	10.3020	10.3020	0.0023	OK	5.9684	5.9684	1.7261	0.0013	OK
SLO22	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	15.4823	15.4823	0.0021	OK	7.1820	7.1820	2.1557	0.0010	OK
SLO22	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.9881	1.9881	0.0010	OK	0.6929	0.6929	2.8693	0.0003	OK
SLO23	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	9.7835	9.7835	0.0022	OK	6.2636	6.2636	1.5620	0.0014	OK
SLO23	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	12.8299	12.8299	0.0017	OK	7.8934	7.8934	1.6254	0.0011	OK
SLO23	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.4596	1.4596	0.0007	OK	0.6207	0.6207	2.3516	0.0003	OK
SLO24	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	9.2818	9.2818	0.0021	OK	6.0958	6.0958	1.5227	0.0014	OK
SLO24	2F	7500.00	1.00	0.0033	81973	13.4362	13.4362	0.0018	OK	7.4938	7.4938	1.7930	0.0010	OK
SLO24	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.7171	1.7171	0.0009	OK	0.6559	0.6559	2.6178	0.0003	OK
SLO25	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.2896	4.2896	0.0010	OK	1.5410	1.5410	2.7836	0.0003	OK
SLO25	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	11.5841	11.5841	0.0015	OK	1.5375	1.5375	7.5344	0.0002	OK
SLO25	1F	2000.00	1.00	0.0033	80003	1.0128	1.0128	0.0005	OK	0.2649	0.2649	3.8237	0.0001	OK
SLO26	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	3.9836	3.9836	0.0009	OK	1.5793	1.5793	2.5224	0.0004	OK
SLO26	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	10.7820	10.7820	0.0014	OK	1.6309	1.6309	6.6111	0.0002	OK
SLO26	1F	2000.00	1.00	0.0033	80001	0.8992	0.8992	0.0004	OK	0.2539	0.2539	3.5416	0.0001	OK
SLO27	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.4678	4.4678	0.0010	OK	2.1000	2.1000	2.1275	0.0005	OK
SLO27	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.1291	7.1291	0.0010	OK	2.8682	2.8682	2.4856	0.0004	OK
SLO27	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.5483	0.5483	0.0003	OK	0.1488	0.1488	3.6857	0.0001	OK
SLO28	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.9080	4.9080	0.0011	OK	2.1383	2.1383	2.2953	0.0005	OK
SLO28	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.8642	7.8642	0.0010	OK	2.9617	2.9617	2.6553	0.0004	OK
SLO28	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.6388	0.6388	0.0003	OK	0.1380	0.1380	4.6307	0.0001	OK
SLO29	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.4678	4.4678	0.0010	OK	2.0928	2.0928	2.1348	0.0005	OK
SLO29	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	7.3500	7.3500	0.0010	OK	2.8935	2.8935	2.5402	0.0004	OK
SLO29	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.5917	0.5917	0.0003	OK	0.1454	0.1454	4.0709	0.0001	OK
SLO30	3F	4500.00	1.00	0.0033	81420	4.9080	4.9080	0.0011	OK	2.1311	2.1311	2.3031	0.0005	OK
SLO30	2F	7500.00	1.00	0.0033	81957	8.0851	8.0851	0.0011	OK	2.9870	2.9870	2.7068	0.0004	OK
SLO30	1F	2000.00	1.00	0.0033	80256	0.6822	0.6822	0.0003	OK	0.1345	0.1345	5.0716	0.0001	OK
SLO31	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.3258	4.3258	0.0010	OK	1.5338	1.5338	2.8203	0.0003	OK
SLO31	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	11.2591	11.2591	0.0015	OK	1.5628	1.5628	7.2046	0.0002	OK
SLO31	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	1.0051	1.0051	0.0005	OK	0.2616	0.2616	3.8427	0.0001	OK
SLO32	3F	4500.00	1.00	0.0033	80601	4.0197	4.0197	0.0009	OK	1.5720	1.5720	2.5570	0.0003	OK
SLO32	2F	7500.00	1.00	0.0033	81974	10.4571	10.4571	0.0014	OK	1.6562	1.6562	6.3141	0.0002	OK
SLO32	1F	2000.00	1.00	0.0033	80004	0.9240	0.9240	0.0005	OK	0.2505	0.2505	3.6881	0.0001	OK

Direzione combinata XY

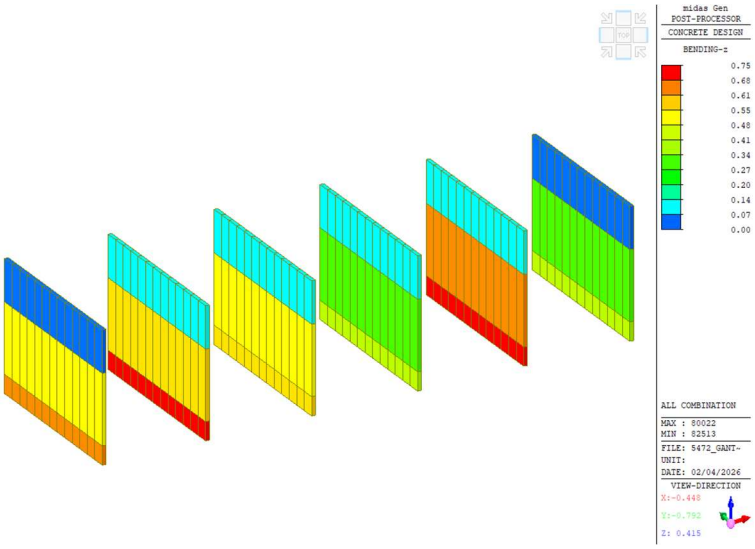
Le tabelle precedenti mostrano che la verifica è soddisfatta.

16.7 Verifica di resistenza

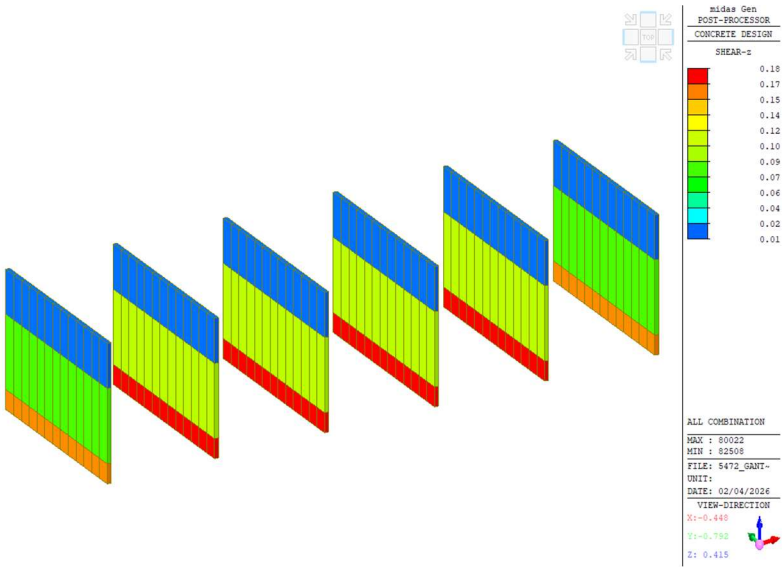
Di seguito sono riportati i rapporti di verifica relativi alla colonna/parete in c.a sottoposta alle sollecitazioni maggiori.



Verifica colonne - SLU/SLV inviluppo – P40x60; Armature longitudinali: 10 Ø24



Verifica a flessione – inviluppo SLU/SLV – Vertical bars 1+1Ø20/15



Verifica a taglio – Inviluppo SLU/SLV – Barre orizzontali 1+1Ø10/20

midas Gen **RC Wall Checking Result**

Company		Project Title	
Author	WKS	File Name	5472_GANTRY ESTERNO_RIBA3 doppio in

1. Design Condition

Design Code : Eurocode2:04 & NTC2018 Unit System : kN, m

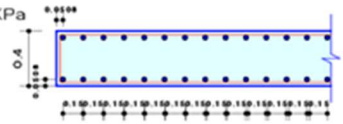
Wall ID : 5 (Wall Mark : wM0005)

Story : 1F (Height = 2 m)

Material Data : fck = 35000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa

Wall Dim. (Length*Thk) : 18.7*0.4 m

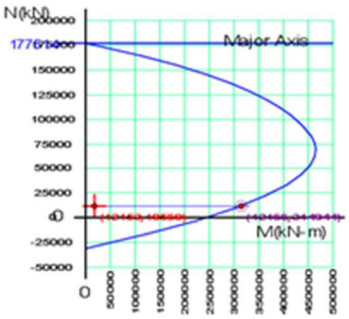
Vertical Rebar : P20 @150 (AsV = 0.00419 m²/m)

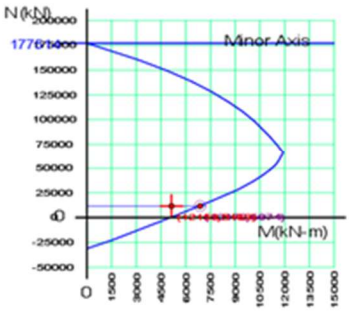


2. Axial and Moments Capacity

Concentric Max. Axial Load N.Rdmax = 177514 kN

	y (LCB : 41, POS : I)	z (LCB : 41, POS : I)
N.Ed (kN)	12153.2	12153.2
N.Rd (kN)	12166.3	12169.8
N.Ed / N.Rd	0.999 < 1.000 ..... O.K	0.999 < 1.000 ..... O.K
M.Ed (kN-m)	18567.6	5163.12
M.Rd (kN-m)	314944	6874.14
M.Ed / M.Rd	0.059 < 1.000 ..... O.K	0.751 < 1.000 ..... O.K





3. Shear Capacity

Applied Shear Force	V.Ed	= 2139.73 kN (Load Combination : 30)
Shear Ratio by Conc	V.Ed/V.Rdc	= 2139.73 / 4039.39 = 0.5297
Shear Ratio by V.Rds	V.Ed/V.Rds	= 2139.73 / 11589.3 = 0.1846
Shear Ratio by V.Rdmax	V.Ed/V.Rdmax	= 2139.73 / 20868.6 = 0.1025
Shear Ratio	V.Ed/V.Rd	= 0.185 < 1.000 ..... O.K
		(Asw-H_req = 0.00080 m²/m, P10 @200)

17. FONDAZIONI

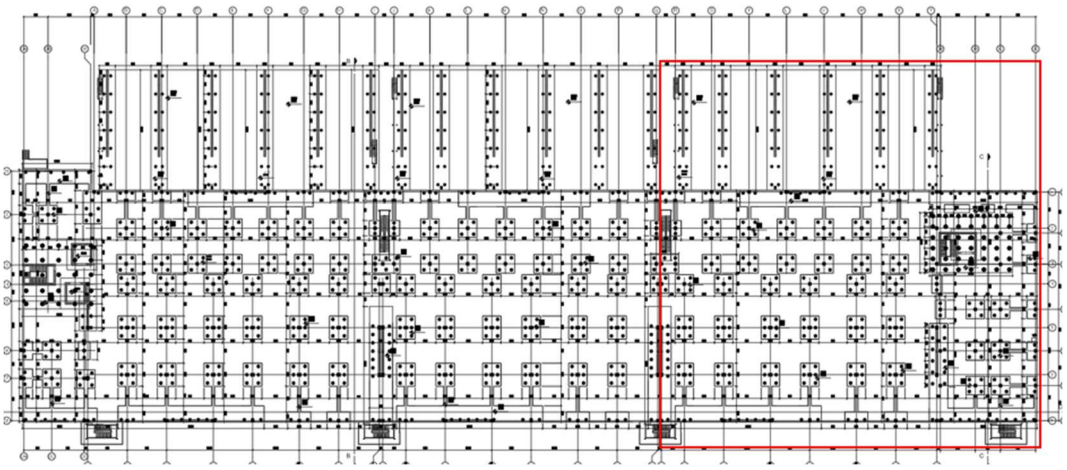
Come descritto nel paragrafo precedente "Modello geotecnico", in funzione dei carichi di progetto elevati, al fine di soddisfare la verifica della capacità portante e ottenere cedimenti ammissibili compatibilmente con la destinazione d'uso degli edifici, per gli uffici, la data hall e i gantry, è previsto un sistema di fondazione misto, costituito da una fondazione a platea con pali CFA.
Per la data hall e gli uffici, la fondazione è costituita da un plinto di 1,00 m di altezza con pali CFA di Ø60 e lunghezza pari a 15 m sotto le colonne e i controventi, nonché da una platea di spessore di 30 cm nelle restanti aree.

Per i gantry esterni, la fondazione è costituita da un plinto di 0,50 m di altezza con pali CFA di Ø40 e lunghezza 15,50 m sotto le colonne e i nuclei in c.a, nonché da una platea di spessore di 20 cm nelle restanti aree.

In tutti gli edifici, i pali CFA hanno la funzione specifica di ridurre i cedimenti e di contribuire, ove necessario, a garantire la capacità portante.

17.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

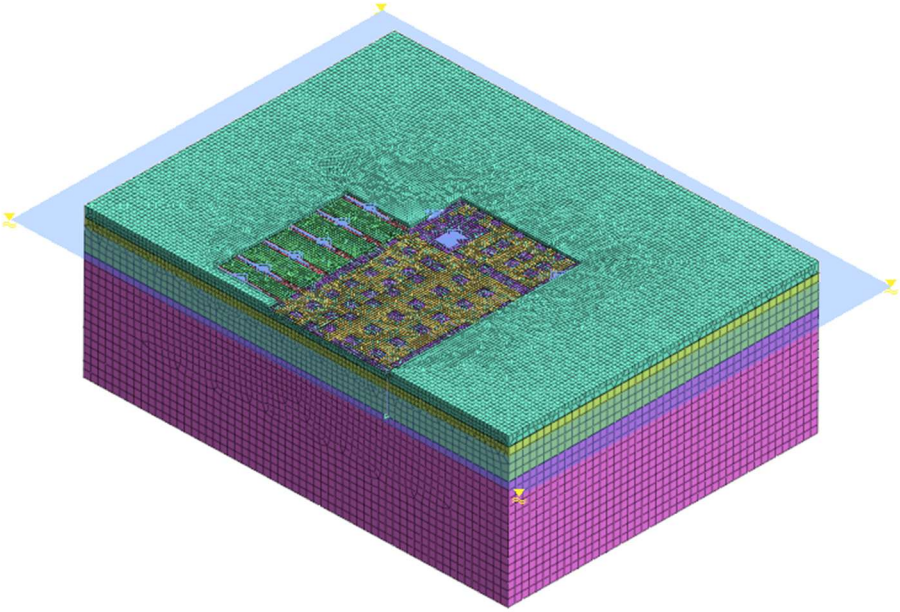
Per valutare l'interazione terreno-struttura, è stato creato un modello FEA tridimensionale non lineare utilizzando MIDAS FEA 2025 v1.1.
In particolare, è stata analizzata la parte evidenziata di seguito.



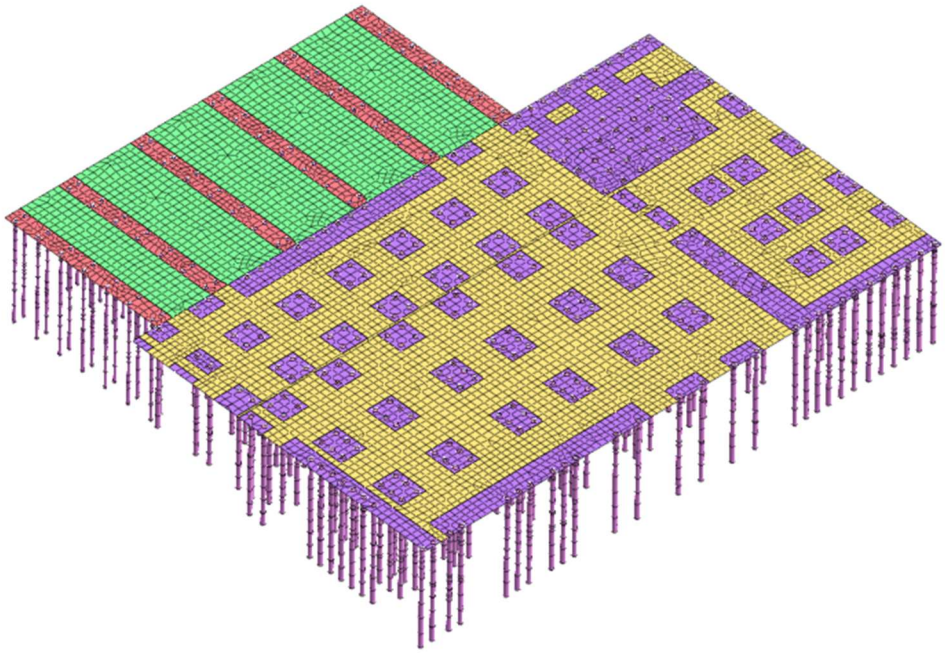
Pianta di fondazione evidenziando la zona modellata

La continuità sul bordo sinistro del modello è stata simulata vincolando gli spostamenti orizzontali lungo l'asse X per tutti i nodi e la rotazione lungo l'asse Y solo per la platea (elementi shell)
Le dimensioni del modello FE sono 180 x 132 x 60 (h). Il volume significativo è stato determinato verificando che la variazione dello sforzo verticale effettivo del terreno (alla base del modello) fosse inferiore al 10% delle condizioni iniziali.

Di seguito è riportata un'immagine della mesh FE 3D.



Mesh 3D FE (tutte)

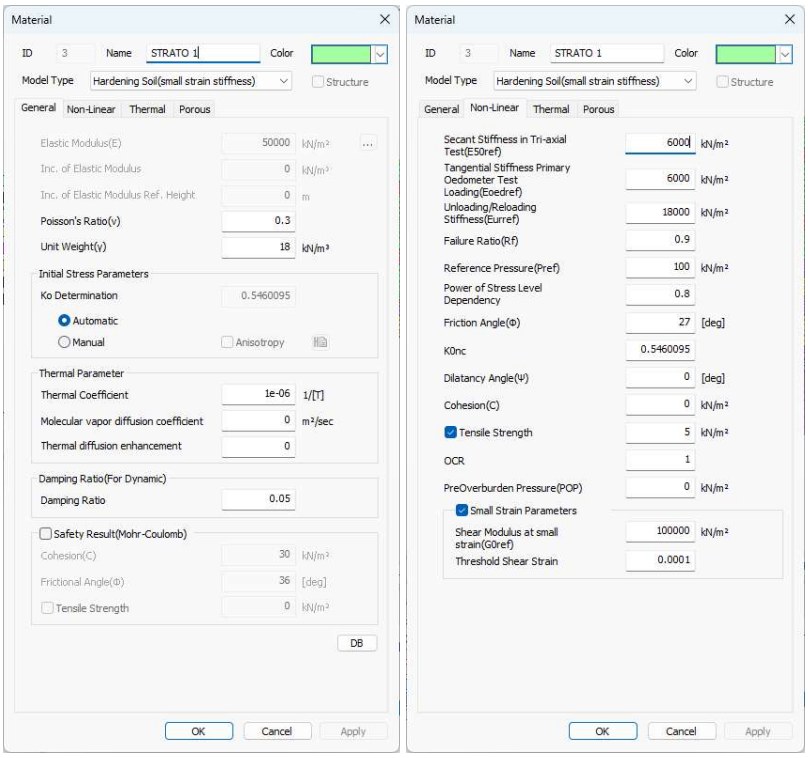


Mesh 3D FE per elementi strutturali

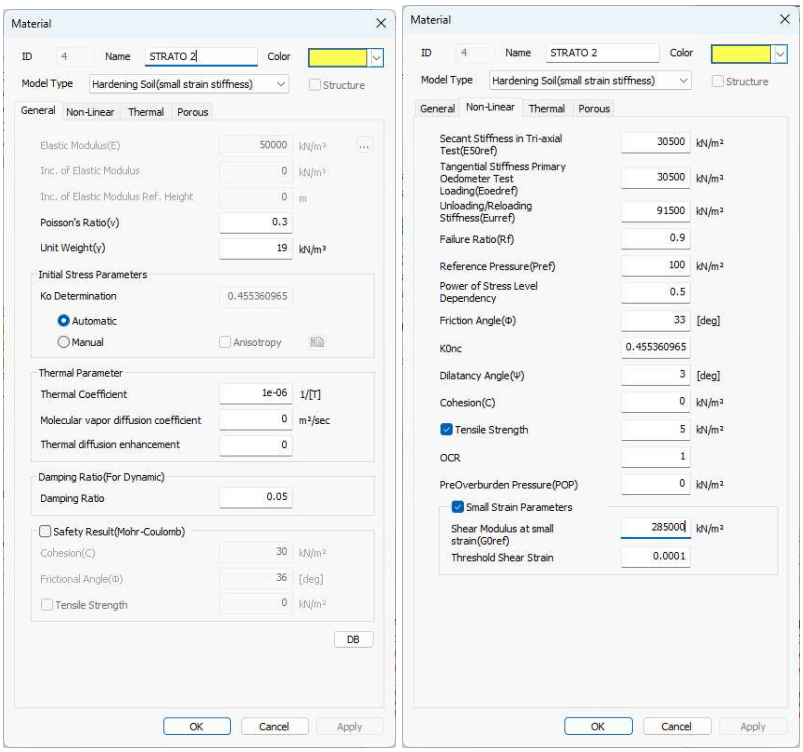
Sono stati utilizzati i seguenti elementi finiti:

- Elementi solidi 3D per il terreno;
- Elementi plate per le piastre di fondazione;
- Embedded beams per i pali CFA;
- -Elementi di interfaccia tra pali-terreno e fondazione a platea-terreno (attrito di Coulomb);

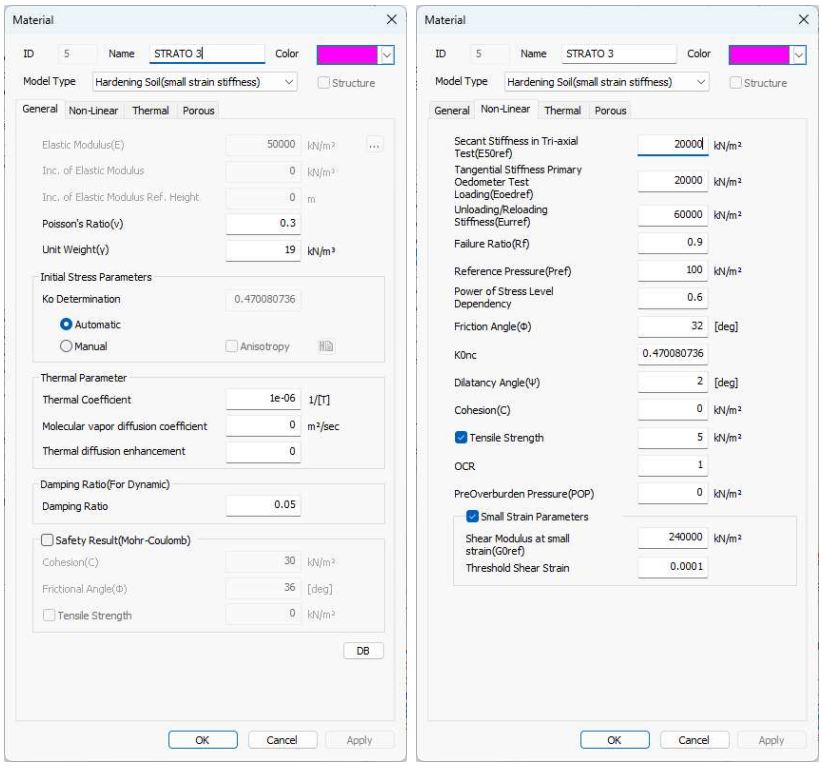
Per quanto riguarda il materiale, è stato utilizzato un modello di terreno hardening soil, calibrato utilizzando il modello geotecnico definito in precedenza.
Per il calcestruzzo (pali e platee) è stato definito un materiale elastico.
Per i pali sono stati simulati il comportamento laterale e quello in punta.
Di seguito sono riportati i parametri relativi agli strati di terreno.



Strato terreno 1



Strato terreno 2



Strato terreno 3

Di seguito sono riportati i calcoli analitici relativi alla capacità portante per attrito laterale e punta, oltre alle curve carico-spostamento del singolo palo. Tali curve sono state utilizzate nelle analisi numeriche.

Pali CFA - COMPRESSIONE - Ø400

Diametro	0.40	[m]	NOTA: Devono essere compilati i campi in verde.
γ_b	1.00		
γ_s	1.00		
ξ	1.40		
z palo	16.00	[m]	H palo 15.51 [m]

n° strato	tipo terreno	ΔH_i [m]	H_f [m]	Falda 0=no; 1=si	Palo 0=no; 1=si	γ_n [kN/m³]	c_u [kPa]	IC ind. cons.	N_{SPT}	ϕ [°]	K
1		0.50	0.50	0	1	18.00	0.00			0.00	0.00
2		3.50	4.00	0	1	18.00	0.00			27.00	0.70
3		3.00	7.00	0	1	19.00	0.00			33.00	0.90
4		9.00	16.00	1	1	19.00	0.00			33.00	0.90
5		0.01	16.01	1	0	19.00	0.00			33.00	0.90
6			0.00								
7			0.00								
8			0.00								
9			0.00								

PORTATA LATERALE - Viggiani

Strato	Base palo 0=no; 1=si	γ_n [kN/m³]	σ'_{vi} [kPa]	σ'_{vf} [kPa]	σ_{vi} [kPa]	α	β	c_a [kPa]	$\sigma'_{h,med}$ [kPa]	s [kPa]	S [kN]
1	0	18.00	0.00	9.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0	18.00	9.00	72.00	9	0.000	0.357	0.00	40.50	14.45	63.53
3	0	19.00	72.00	129.00	72	0.000	0.584	0.00	100.50	58.74	221.44
4	0	9.00	129.00	210.00	129	0.000	0.584	0.00	169.50	99.07	1120.42
5	1	0.00	210.00	210.00	300	0.000	0.584	0.00	210.00	0.00	0.00
6	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

$R_{s,c,m}$	Portata limite laterale media	1405.40	[kN]	portata ridotta per effetto gruppo:	1283.45 [kN]
R_{sd}	Portata di progetto laterale	1003.85	[kN]		

PORTATA ALLA BASE - Berenzantzev

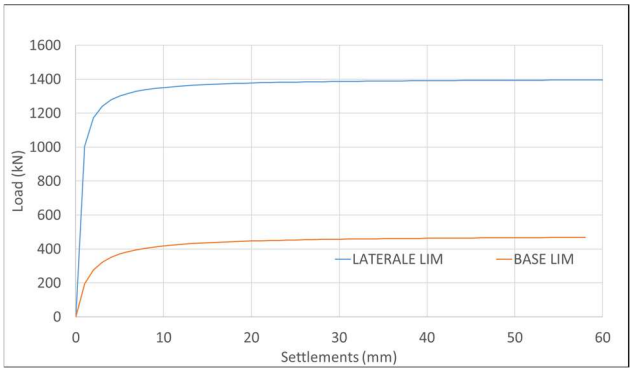
n° strato	ΔH_i [m]	H_f [m]	γ_n [kN/m³]	N_{SPT}	ϕ [°]	c_u [kPa]	σ'_{vf} [kPa]	σ_{vf} [kPa]	γ' [kN/m³]
5.00	0.01	16.00	19.00	0.00	33.00	0.00	210.00	300.00	0.00

Tabella per il calcolo di Nq

H/D	25	28	31	34	37	40
5	14.56	25.09	43.23	74.47	128.31	221.06
10	11.03	19.22	33.50	58.39	101.76	177.35
15	9.73	17.13	30.16	53.09	93.46	164.53
20	8.58	15.26	27.14	48.27	85.84	152.64
25	8.04	14.42	25.86	46.37	83.17	149.15
30	7.53	13.62	24.64	44.55	80.58	145.73

H/D	40	
A_b	0.13	[m²]
ϕcal	30.00	[°]
N_q	18.22	
c	0.00	[kPa]
N_c		

$R_{b,c,m}$	Portata limite di base	480.76	[kN]
$R_{b,d}$	Portata di progetto di base	343.40	[kN]



Pali 40cm (gantry)

Pali CFA - COMPRESSIONE - Ø600

Diametro	0.60	[m]
γb	1.00	
γs	1.00	
ξ	1.40	
z palo	15.50	[m]

NOTA: Devono essere compilati i campi in verde.

H palo 15.01 [m]

n° strato	tipo terreno	ΔH_i [m]	H_f [m]	Falda 0=no; 1=sì	Palo 0=no; 1=sì	γ_n [kN/m³]	c_u [kPa]	IC ind. cons.	N_{SPT}	ϕ [°]	K
1		0.50	0.50	0	1	18.00	0.00			0.00	0.00
2		3.50	4.00	0	1	18.00	0.00			27.00	0.70
3		3.00	7.00	0	1	19.00	0.00			33.00	0.90
4		8.50	15.50	1	1	19.00	0.00			33.00	0.90
5		0.01	15.51	1	0	19.00	0.00			33.00	0.90
6			0.00								
7			0.00								
8			0.00								
9			0.00								

PORTATA LATERALE - Viggiani

Strato	Base palo 0=no; 1=sì	γ_n [kN/m³]	σ'_{vi} [kPa]	σ'_{vf} [kPa]	σ_{vi} [kPa]	α	β	c_a [kPa]	$\sigma'_{h,mod}$ [kPa]	s [kPa]	S [kN]
1	0	18.00	0.00	9.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0	18.00	9.00	72.00	9	0.000	0.357	0.00	40.50	14.45	95.30
3	0	19.00	72.00	129.00	72	0.000	0.584	0.00	100.50	58.74	332.16
4	0	9.00	129.00	205.50	129	0.000	0.584	0.00	167.25	97.75	1566.20
5	1	0.00	205.50	205.50	290.5	0.000	0.584	0.00	205.50	0.00	0.00
6	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

$R_{sc,m}$	Portata limite laterale media	1993.66	[kN]	portata ridotta per effetto gruppo: 1694.70 [kN]
R_{sd}	Portata di progetto laterale	1424.04	[kN]	

PORTATA ALLA BASE - Berenzantzev

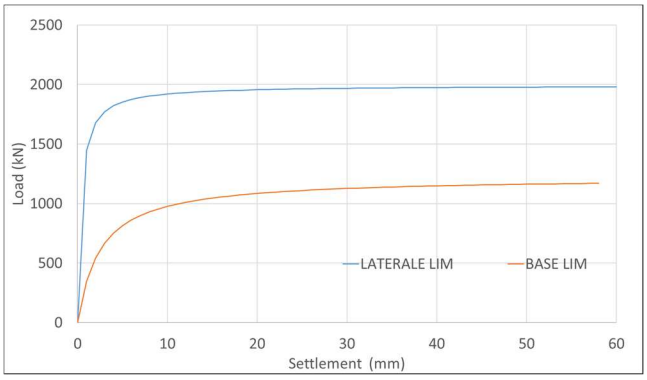
n° strato	ΔH_i [m]	H_f [m]	γ_n [kN/m³]	N_{SPT}	ϕ [°]	c_u [kPa]	σ'_{vf} [kPa]	σ_{vf} [kPa]	γ' [kN/m³]
5.00	0.01	15.50	19.00	0.00	33.00	0.00	205.50	290.50	0.00

Tabella per il calcolo di Nq

H/D	25	28	31	34	37	40
5	14.56	25.09	43.23	74.47	128.31	221.06
10	11.03	19.22	33.50	58.39	101.76	177.35
15	9.73	17.13	30.16	53.09	93.46	164.53
20	8.58	15.26	27.14	48.27	85.84	152.64
25	8.04	14.42	25.86	46.37	83.17	149.15
30	7.53	13.62	24.64	44.55	80.58	145.73

H/D	25.833333	
A_b	0.28	[m²]
ϕcal	30.00	[°]
N_q	21.02	
c	0.00	[kPa]
N_c		

$R_{bc,m}$	Portata limite di base	1221.37	[kN]
$R_{b,d}$	Portata di progetto di base	872.40	[kN]

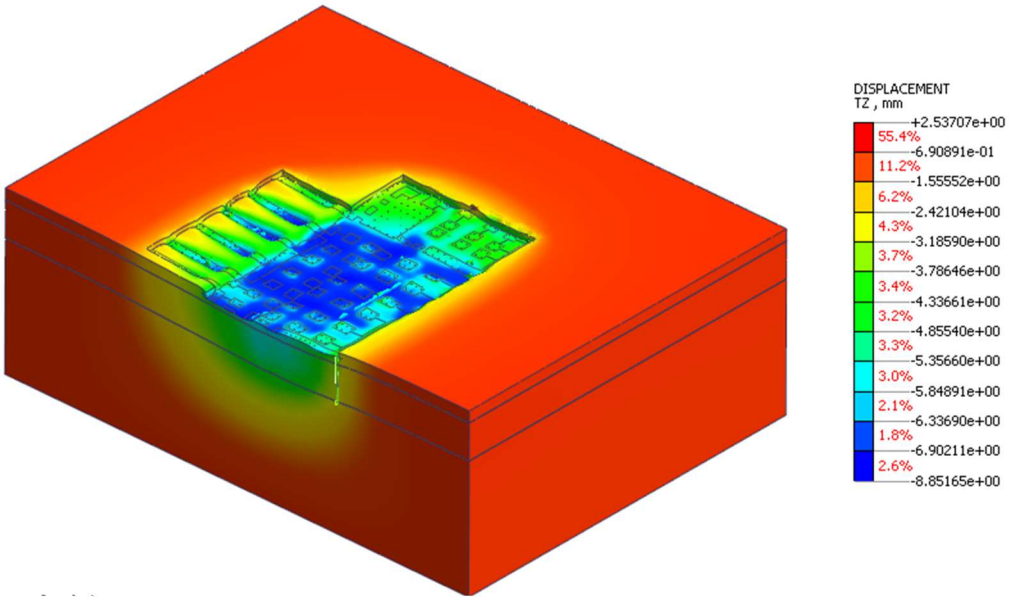


Pali 60cm (data hall/uffici)

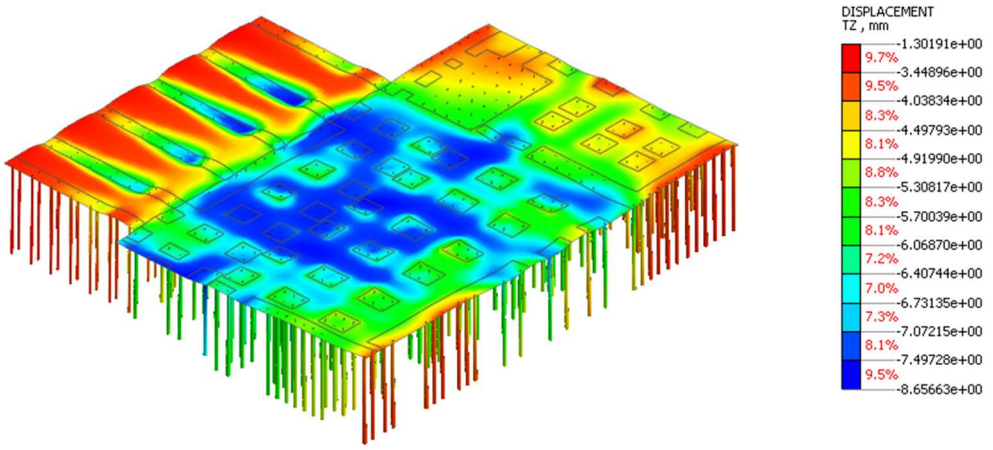
Al fine di simulare il processo di costruzione, sono state effettuate analisi statiche non lineari delle fasi di costruzione:

1. Fase di inizializzazione (per definire le condizioni iniziali del suolo)
2. Scavo;
3. Pali;
4. Fondazioni;
5. Carichi SLE in combinazione caratteristica.

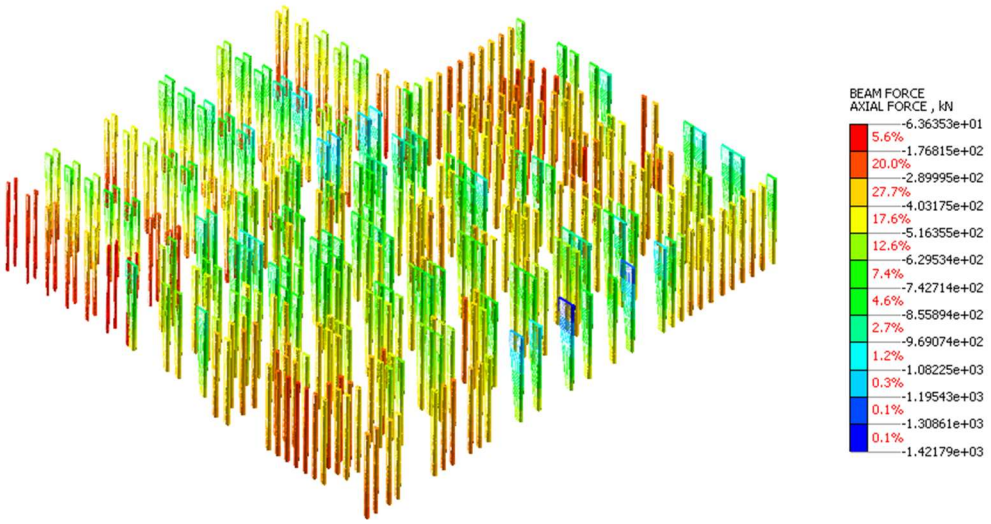
Nelle figure seguenti sono riportati i principali risultati relativi alla combinazione caratteristica del SLE.



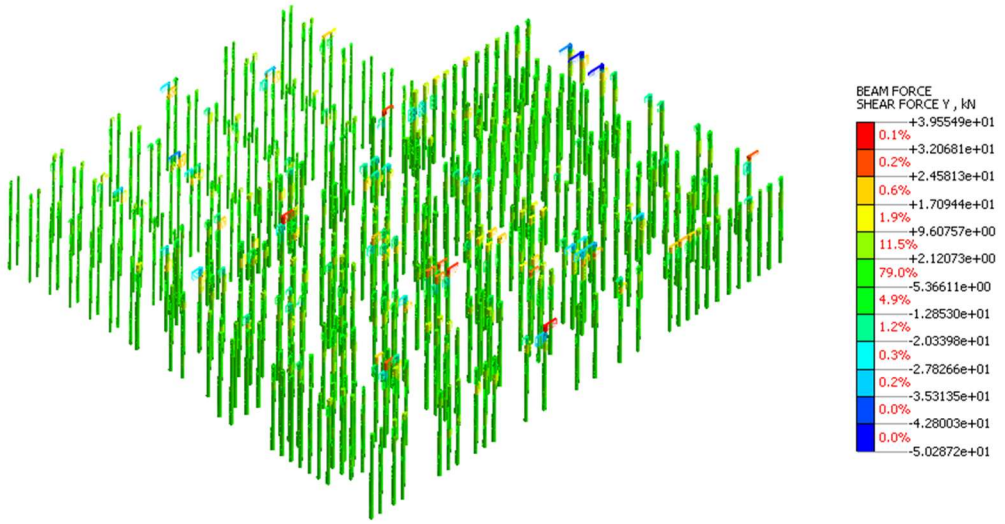
Spostamenti verticali di tutto il modello FEM



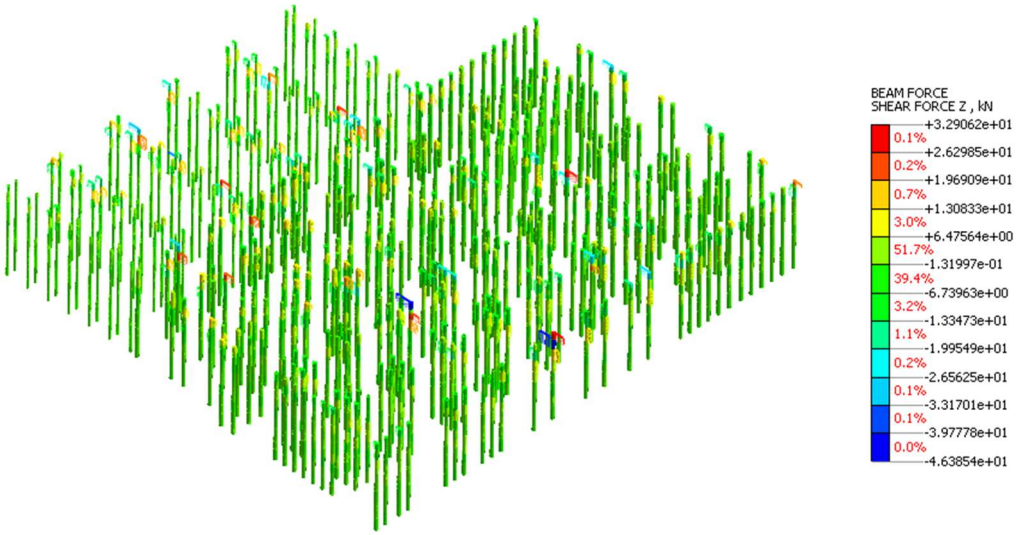
Spostamenti verticali per elementi strutturali (pali e fondazioni)



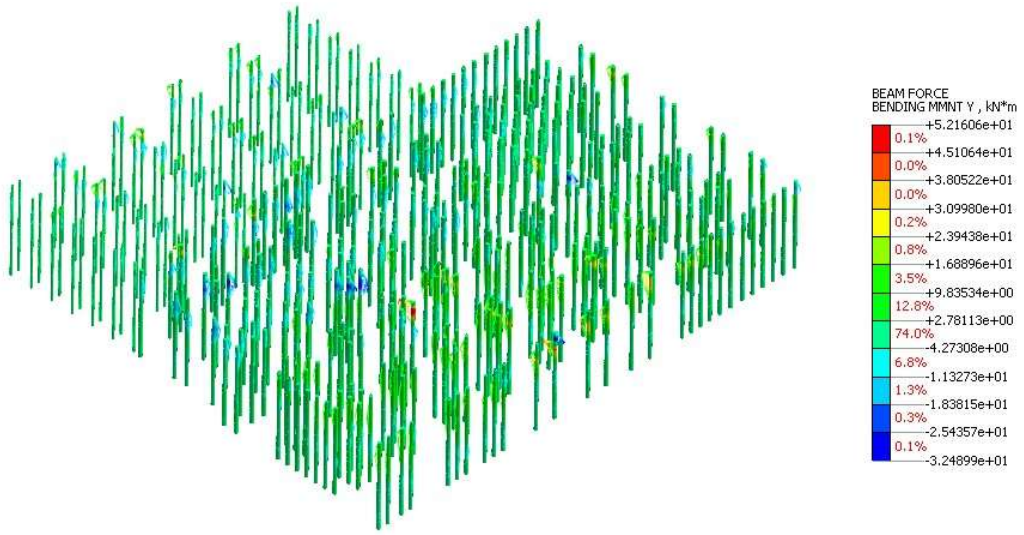
Pali:azioni assiali



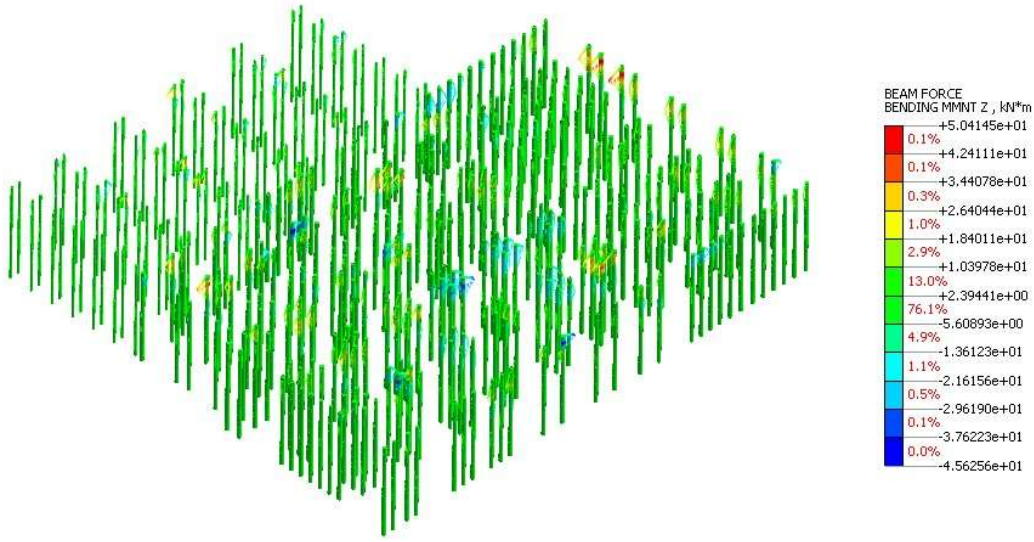
Pali: azioni di taglio y



Pali: azioni di taglio z



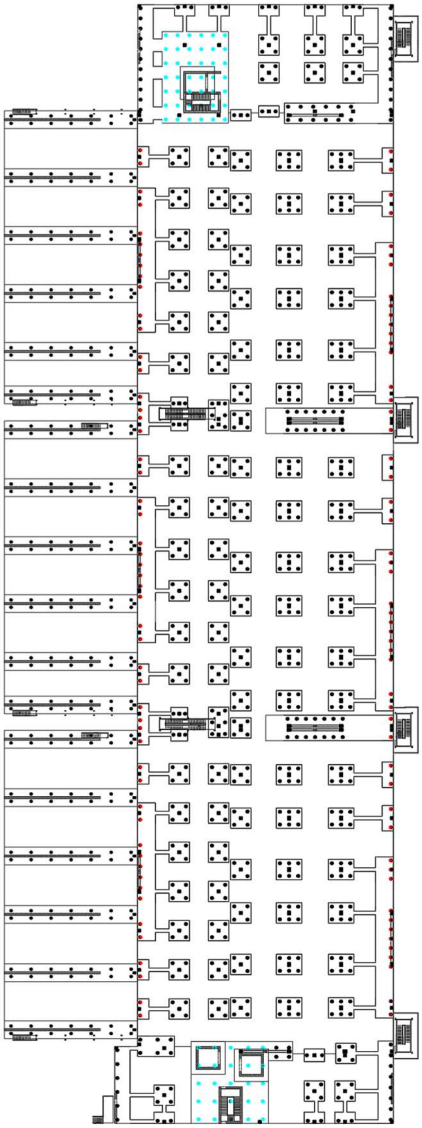
Pali: momenti flettenti y



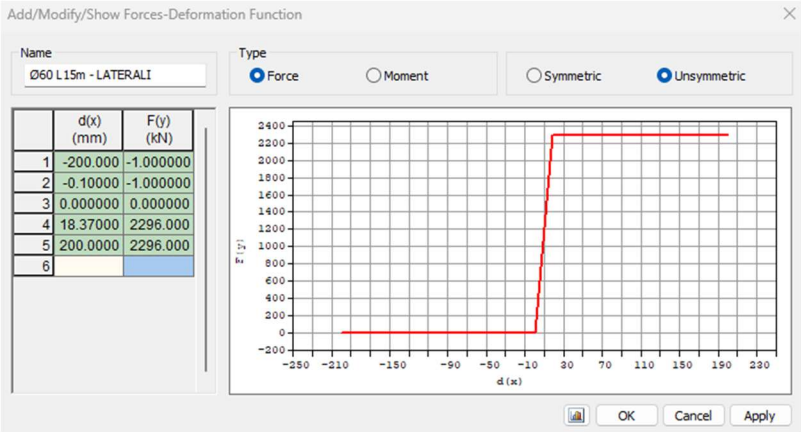
Pali: momenti flettenti z

Sulla base dei risultati sopra riportati, è possibile definire le seguenti costanti elastiche:

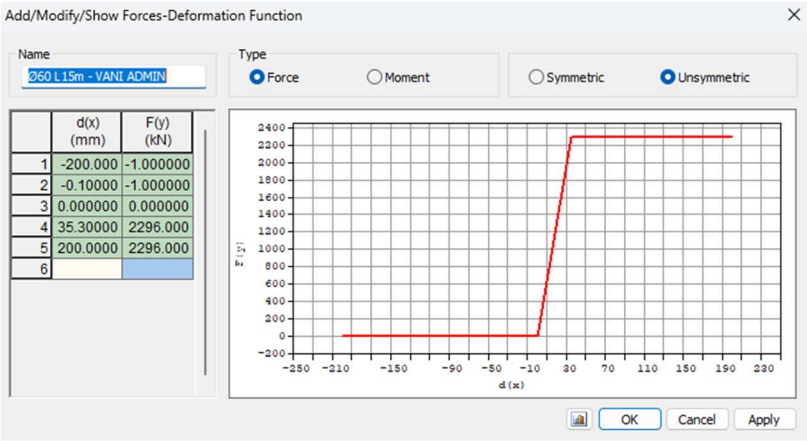
- Ø60 L=15 m evidenziato in rosso → k=125000 kN/m
- Ø60 L=15m evidenziato in ciano → k=65000 kN/m
- Ø60 L=15m evidenziato in nero → k=90000 kN/m
- Ø40 L=15.50m → k=125000 kN/m
- Plinto/platea h=1.0 m → k=27000 kN/m^3
- Plinto h=0.50 m → k=19000 kN/m^3
- Platea h=0.30 m → k=4500 kN/m^3
- Platea h=0.20 m → k=2000 kN/m^3



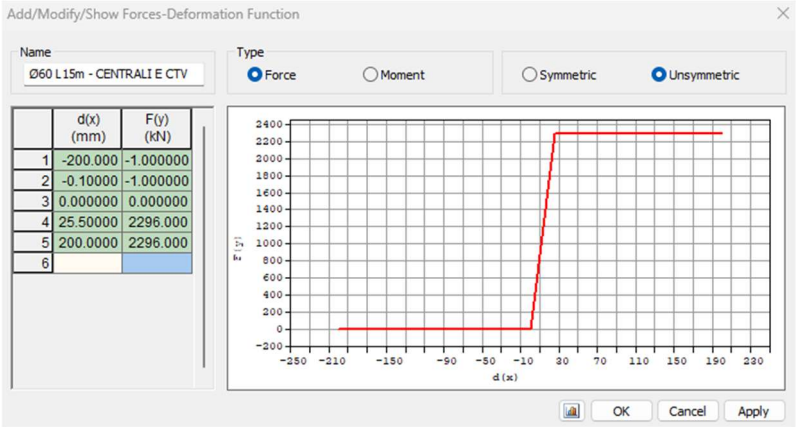
I valori sopra indicati sono stati utilizzati nel modello FE sviluppato in Midas GEN per eseguire le verifiche strutturali. Considerando che i pali CFA non sono collegati alla fondazione con armature passanti, sono stati modellati come molle non lineari reagenti solo a compressione, limitando la resistenza a quella corrispondente alla resistenza caratteristica del palo CFA (R_{lim}/ξ, ξ = 1.4).



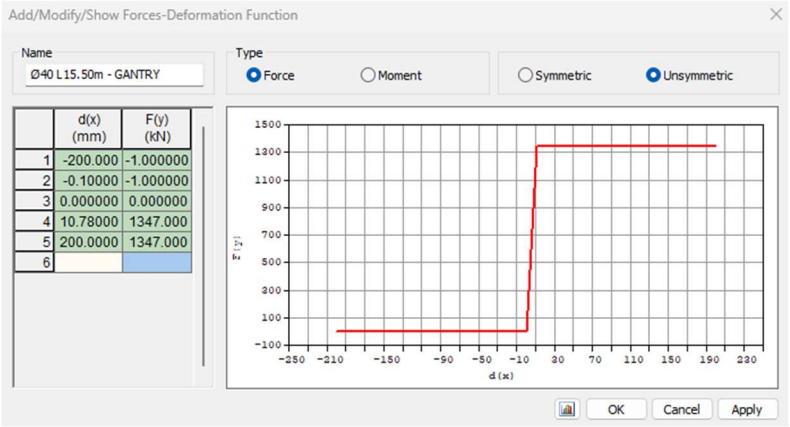
Ø60 L=15 m highlighted in red → k=125000 kN/m



Ø60 L=15m evidenziato in ciano → k=65000 kN/m



Ø60 L=15m evidenziato in nero → k=90000 kN/m

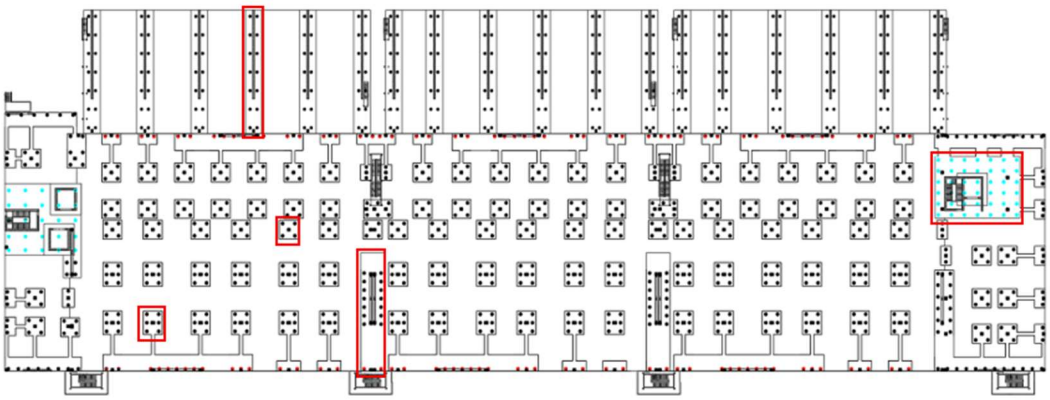


Ø40 L=15.50m → k=125000 kN/m

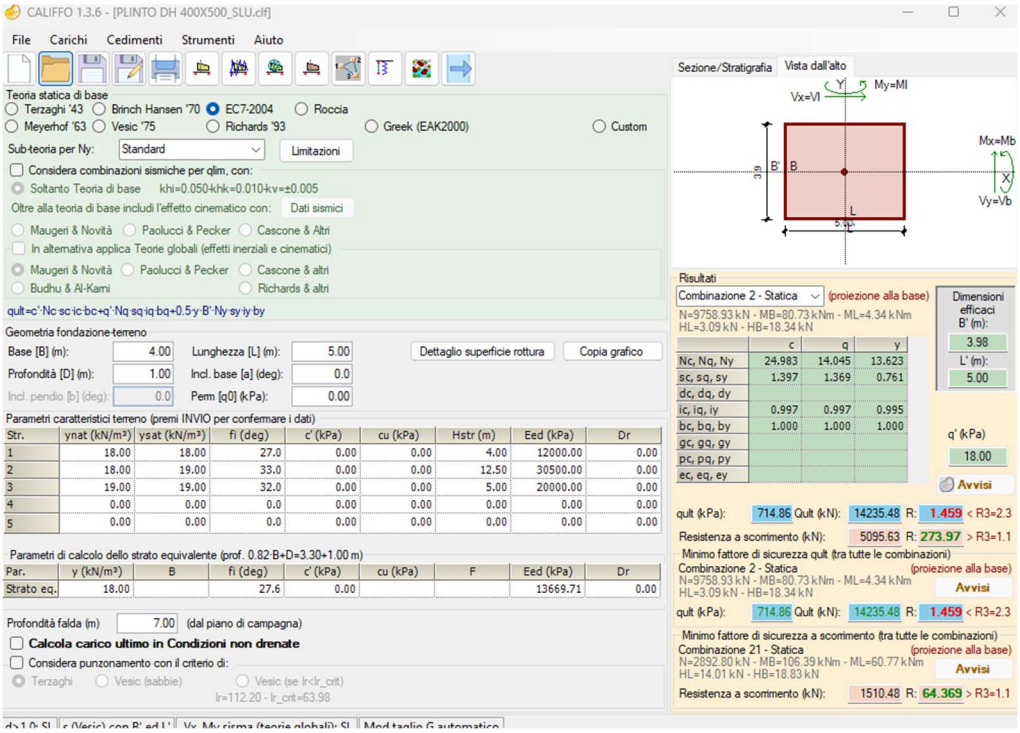
17.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

17.2.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Di seguito sono riportate le verifiche della capacità portante SLU relative alla data hall, agli uffici e al gantry per gli elementi tipologici maggiormente sollecitati evidenziati in rosso.



Pianta Fondazioni



Verifica geotecnica per la Data Hall: plinto di 5,0 x 4,0 m

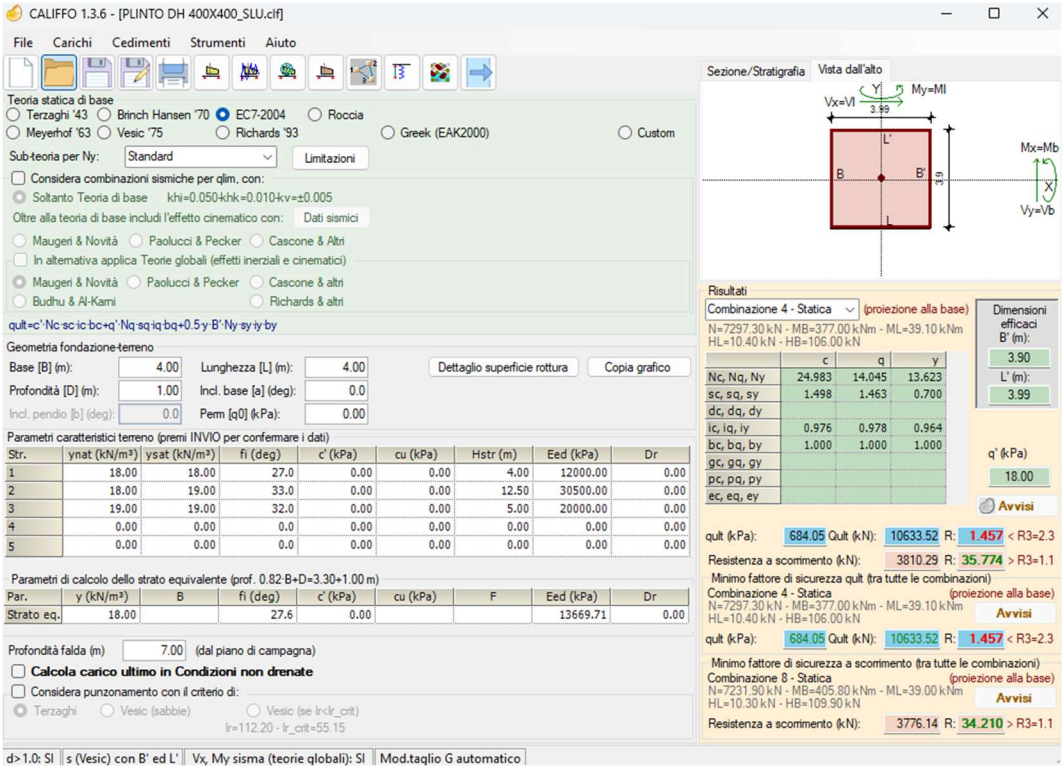
La verifica della capacità portante della fondazione superficiale non è soddisfatta.

14235kN/9758kN = 1.459 < 2.3 → verifica non soddisfatta.

Secondo il paragrafo 6.4.3.3 della NTC18, è possibile tenere conto del contributo dei pali sotto la zona di compressione del plinto.
Resistenza palo (CFA Ø60 L=15m) vale 3215kN/ξ = 3215kN/1.4 =2296 kN.

La capacità portante totale è pari a 14235 kN + (6 · 2296kN) =28011 kN

28011kN/9758kN = 2.87 > 2.3 → verifica soddisfatta.



Verifica geotecnica per la Data Hall: plinto 4,0 x 4,0 m

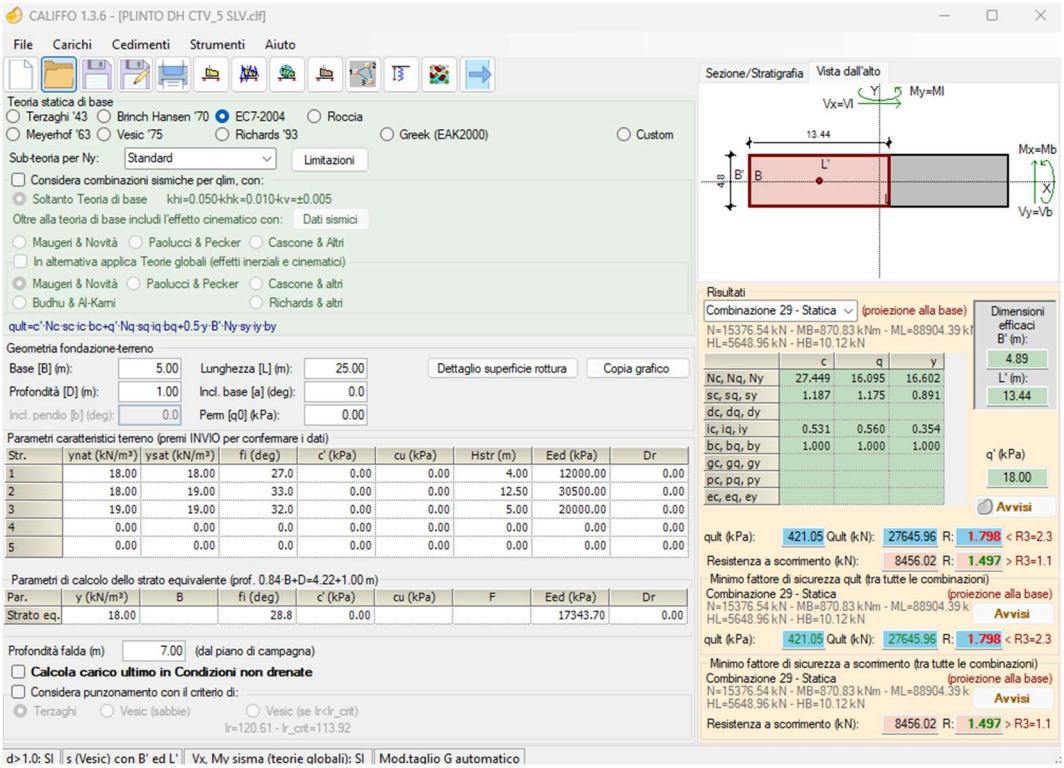
La verifica della capacità portante della fondazione superficiale non è soddisfatta.

10633/7297kN = 1.457 < 2.3 → verifica non soddisfatta.

Secondo il paragrafo 6.4.3.3 della NTC18, è possibile tenere conto del contributo dei pali sotto la zona di compressione del plinto.
Resistenza palo (CFA Ø60 L=15m) è pari a 3215kN/ξ = 3215kN/1.4 =2296 kN.

La capacità portante totale è pari a 10633 kN + (4 · 2296kN) =19817 kN

19817kN/7297kN = 2.71 > 2.3 → verifica soddisfatta.



Verifica geotecnica per la Data Hall: plinto di 5,0 x 25,0 m comprensivo di controventi

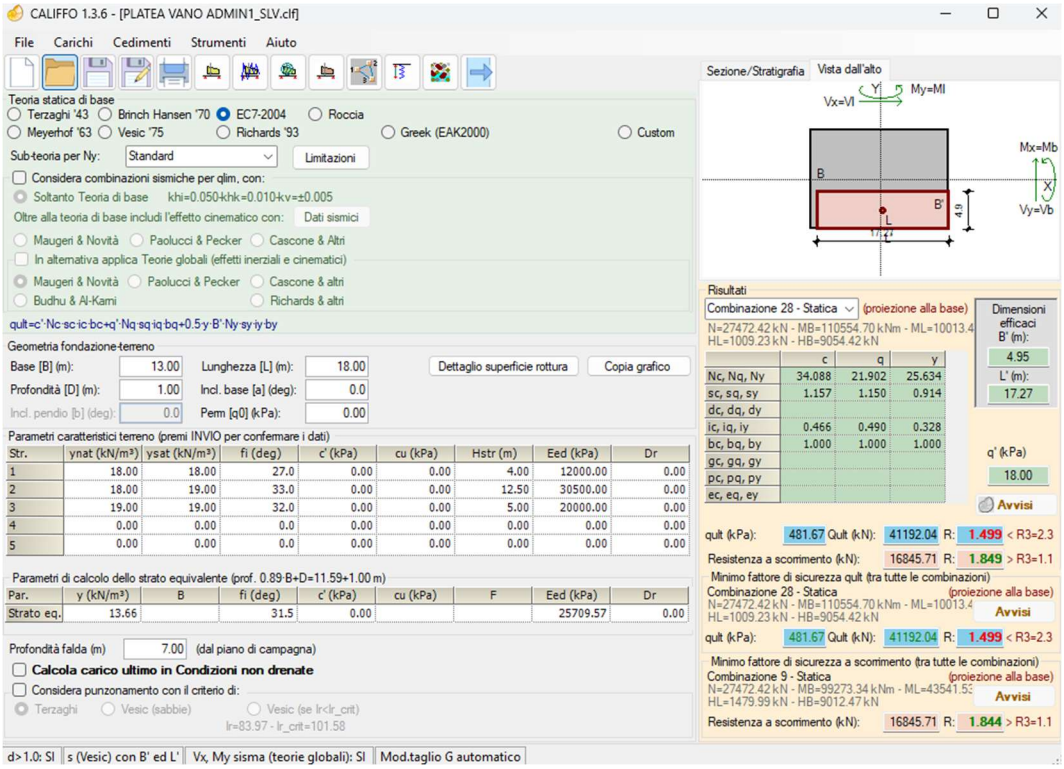
La verifica della capacità portante della fondazione superficiale non è soddisfatta.

27645/15376kN = 1.798 < 2.3 → verifica non soddisfatta.

Secondo il paragrafo 6.4.3.3 della NTC18, è possibile tenere conto del contributo dei pali sotto la zona di compressione del plinto.
Resistenza palo (CFA Ø60 L=15m) è pari a 3215kN/ξ = 3215kN/1.4 =2296 kN.

La capacità portante totale è pari a 27645 kN + (6 · 2296kN) =41421 kN

41421kN/15376kN = 2.70 > 2.3 → verifica soddisfatta.



Verifica geotecnica per gli uffici: platea di 13 m x 18 m con nuclei in c.a

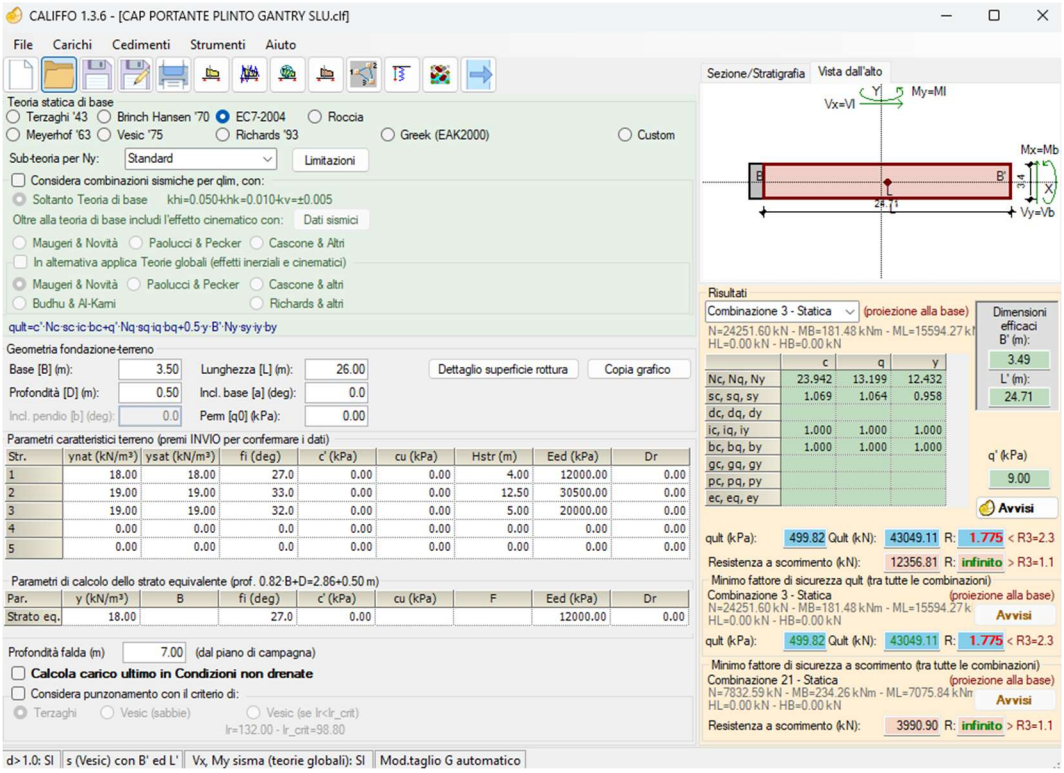
La verifica della capacità portante della fondazione superficiale non è soddisfatta.

41192/27472kN = 1.499 < 2.3 → verifica non soddisfatta.

Secondo il paragrafo 6.4.3.3 della NTC18, è possibile tenere conto del contributo dei pali sotto la zona di compressione del plinto.
Resistenza palo (CFA Ø60 L=15m) è pari a 3215kN/ξ = 3215kN/1.4 =2296 kN.

La capacità portante totale è pari a 41192 kN + (14 · 2296kN) = 73336 kN

73336kN/27472kN = 2.66 > 2.3 → verifica soddisfatta.



Verifica geotecnica per il gantry esterno: plinto 3,5 m x 26 m

La verifica della capacità portante della fondazione superficiale non è soddisfatta.

43049/24251kN = 1.775 < 2.3 → verifica non soddisfatta.

Secondo il paragrafo 6.4.3.3 della NTC18, è possibile tenere conto del contributo dei pali sotto la zona di compressione del plinto.
Resistenza palo (CFA Ø40 L=15.50m) è pari a 1886kN/ξ = 1886kN/1.4 =1347 kN.

La capacità portante totale è pari a 43049 kN + (12 · 1347kN) = 59213 kN

59213kN/24251kN = 2.44 > 2.3 → verifica soddisfatta.

17.2.2 VERIFICA CEDIMENTI

La verifica viene effettuato nella combinazione caratteristica.

Se si considerano solo le fondazioni superficiali, i cedimenti relativi alla data hall/uffici e al gantry esterno non soddisfano i requisiti previsti per la destinazione d'uso dell'edificio. Inoltre, secondo il documento CoE (specifiche del cliente), il limite ammissibile dal committente è di 25 mm.

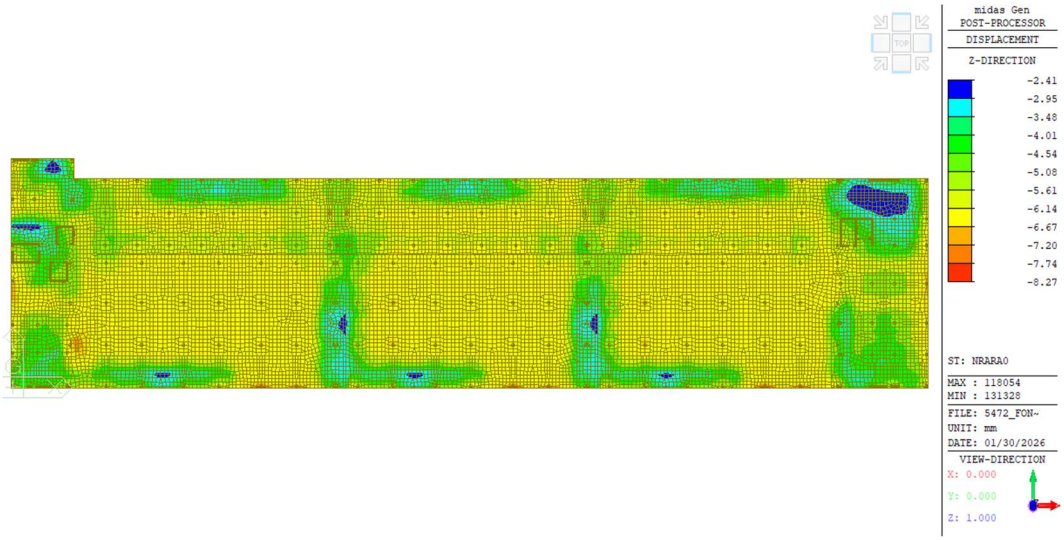
Cedimenti Burland Burbidge			
q=	98.1	[kPa]	
B=	50.28	[m]	
L=	220.32	[m]	L>=B
z0=	0.6	[m]	quota piano di posa
γsup=	18	[kPa]	
z falda=	7	[m]	
sabbie fini o limose=	FALSO		Vero o falso
OCR =	1		
H=	100	[m]	Sepssore comprimibile
NSPT =	18		
NSPT decrescente	FALSO		Vero o falso
t= vita nominale=	50	[anni]	
carichi statici	VERO		Vero o falso
γH2O=	10	[kKN/m³]	
q'=	98.08372		
Zl=B^0,7=	15.523	[m]	
Hc=	15.523	[m]	Spessore comprimibile di calcolo
σ'v0=	10.8	[kPa]	
σ'P=OCR*σ'v0=	10.8	[kPa]	
kF=	0.000		aliquota sabbia fine sottofalda con N≥15
Nc=	18.00		
kHZ =min{ Hc/Zl ; 1) =	1.00		
fh=(Hc/Zl)/(2-Hc/Zl)=	1		
fs=	1.398		
R3=	0.3		
R=	0.2		
ft=1+R3+R*log(t/3) =	1.54		
σA= min{σ'P; q'} =	10.8	[kPa]	
σB= max{0; q'-σA} =	87.3	[kPa]	
Ic= 1,71/Nc^1,4 =	0.0299		
w= fs*ft*fh*Zl*Ic*(σA/3 +σA)=	91.09	[mm]	

Data hall/uffici – calcolo dei cedimenti (fondazioni superficiali)

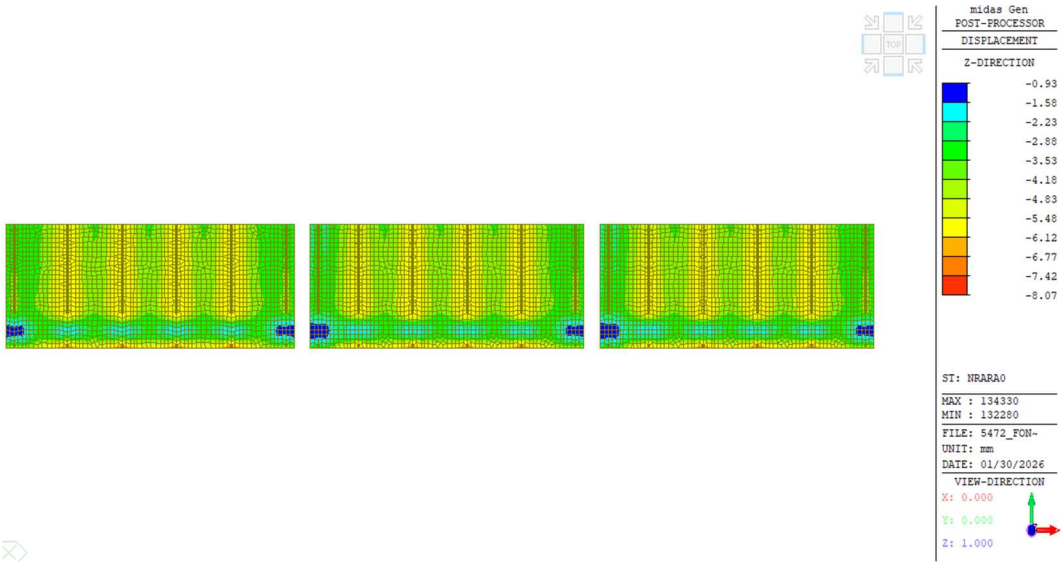
Cedimenti Burland Burbidge			
q=	63.7	[kPa]	
B=	26	[m]	
L=	59	[m]	L>=B
z0=	0.4	[m]	quota piano di posa
γsup=	18	[kPa]	
z falda=	7	[m]	
sabbie fini o limose=	FALSO		Vero o falso
OCR =	1		
H=	100	[m]	Sepssore comprimibile
NSPT =	14.93		
NSPT decrescente	FALSO		Vero o falso
t= vita nominale=	50	[anni]	
carichi statici	VERO		Vero o falso
γH2O=	10	[kKN/m³]	
q'=	63.685137		
Zl=B^0,7=	9.783	[m]	
Hc=	9.783	[m]	Spessore comprimibile di calcolo
σ'v0=	7.2	[kPa]	
σ'P=OCR*σ'v0=	7.2	[kPa]	
kF=	0.000		aliquota sabbia fine sottofalda con N≥15
Nc=	14.93		
kHZ =min{ Hc/Zl ; 1) =	1.00		
fh=(Hc/Zl)/(2-Hc/Zl)=	1		
fs=	1.268		
R3=	0.3		
R=	0.2		
ft=1+R3+R*log(t/3) =	1.54		
σA= min{σ'P; q'} =	7.2	[kPa]	
σB= max{0; q'-σA} =	56.5	[kPa]	
Ic= 1,71/Nc^1,4 =	0.0388		
w= fs*ft*fh*Zl*Ic*(σA/3 +σA)=	**43.81**	[mm]	

Gantry esterno – calcolo dei cedimenti (fondazioni superficiali)

Di seguito sono riportati i cedimenti calcolati nel modello FE di Midas Gen, tenendo conto dei pali CFA le cui caratteristiche sono state ottenute tramite l'analisi dell'interazione terreno-struttura sopra descritta. I valori sono perfettamente sovrapponibili a quelli ottenuti con il software FEA, confermando la bontà delle rigidezze di interazione terreno-struttura.



Data hall/uffici – calcolo cedimenti

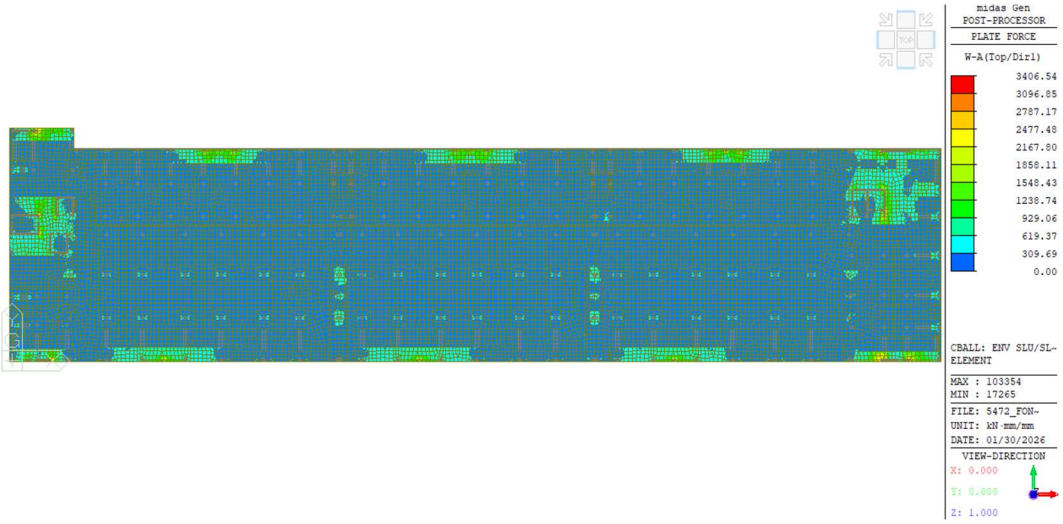


Gantry esterno– calcolo cedimenti

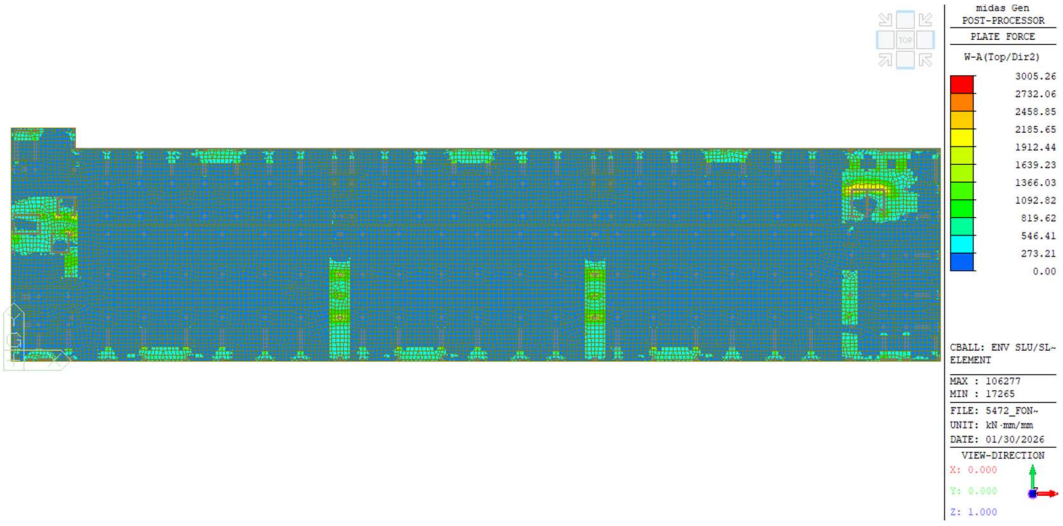
Questi valori sono compatibili con la destinazione d'uso degli edifici.

17.3 Verifiche strutturali Data hall/uffici

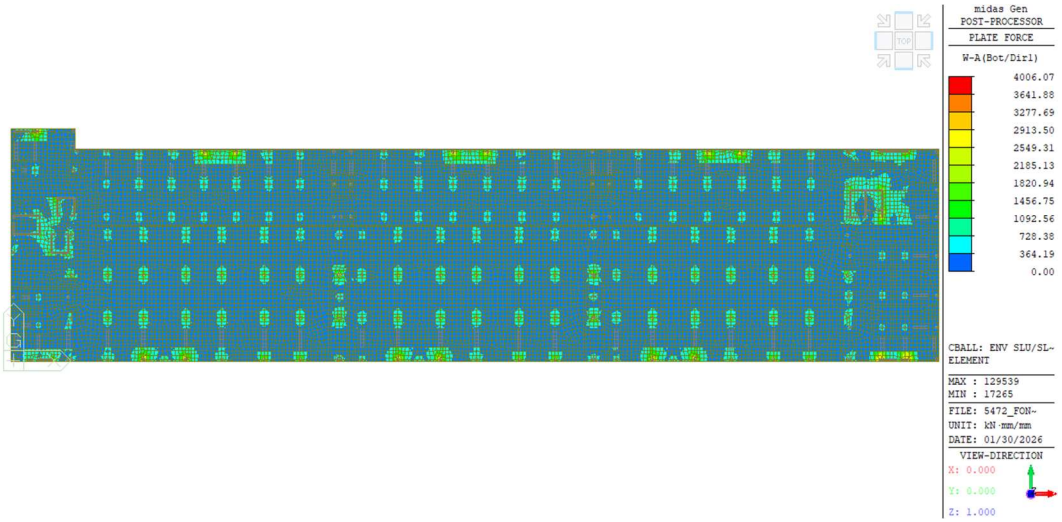
Di seguito si mostrano i momenti Wood-Armer per la data hall e per gli uffici.



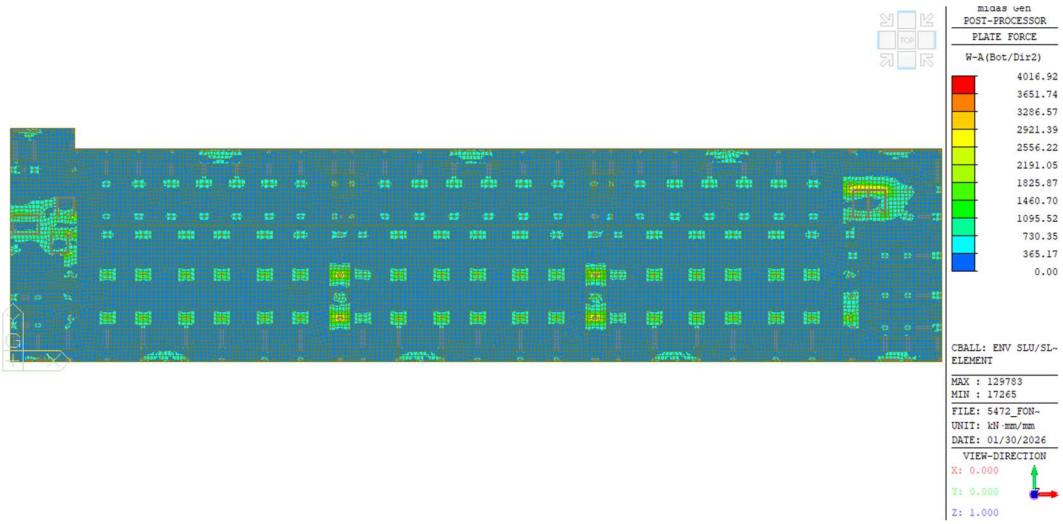
Inviluppi momenti Wood-Armer superiori in direzione x



Inviluppi momenti Wood-Armer superiori in direzione y



Inviluppi momenti Wood-Armer inferiori in direzione x

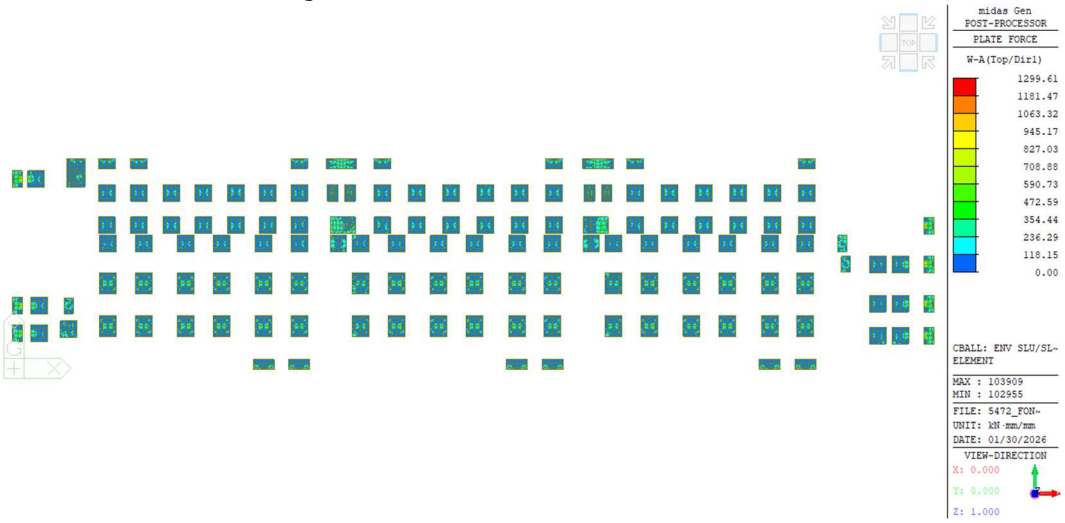


Inviluppi momenti Wood-Armer inferiori in direzione y

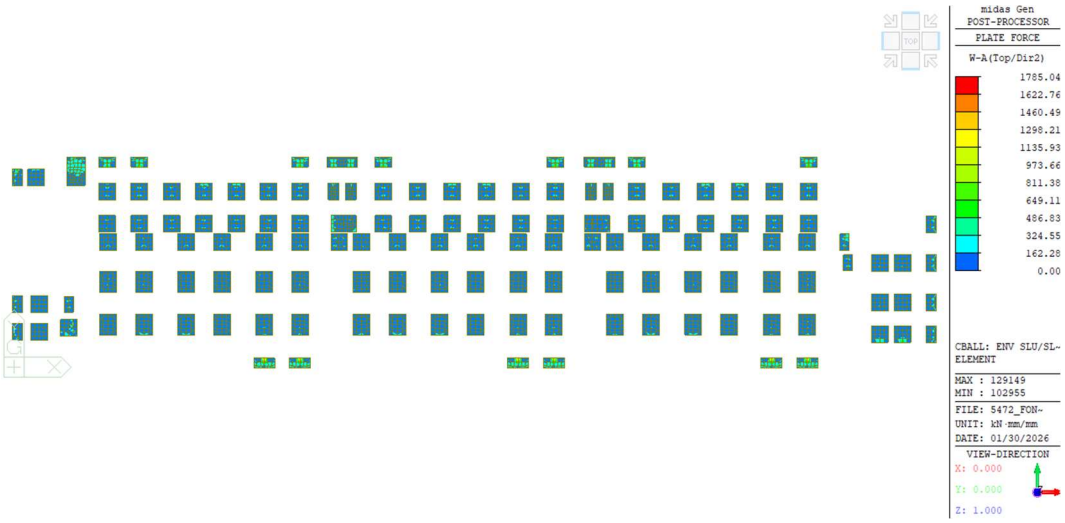
Per una maggiore chiarezza, di seguito sono riportate le verifiche relative ai diversi elementi strutturali tipologici delle fondazioni.

17.3.1 Plinto h=1 (data hall/ufficio)

La verifica strutturale è di seguito.

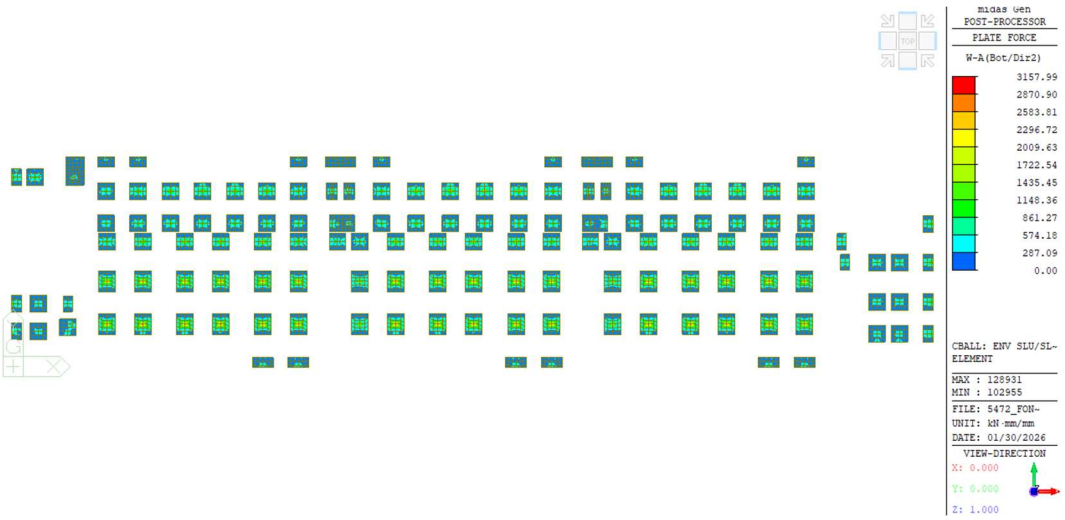


Inviluppi momenti Wood-Armer sopra in direzione x

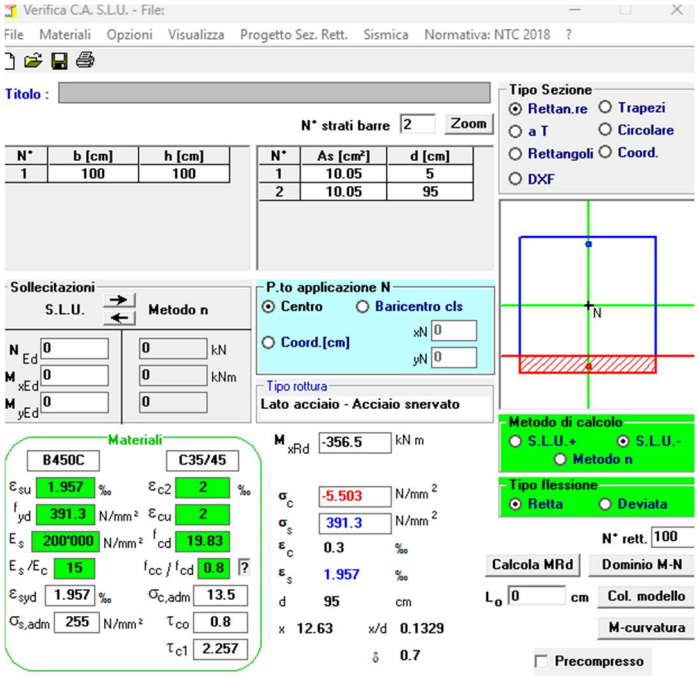


Inviluppi momenti Wood-Armer sopra in direzione y

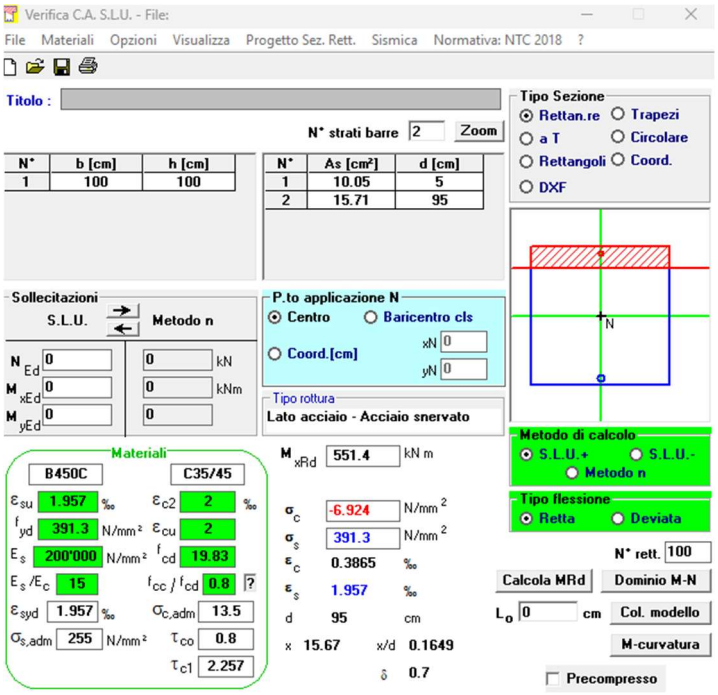
Inviluppi momenti Wood-Armer sotto in direzione x



Inviluppi momenti Wood-Armer sotto in direzione y

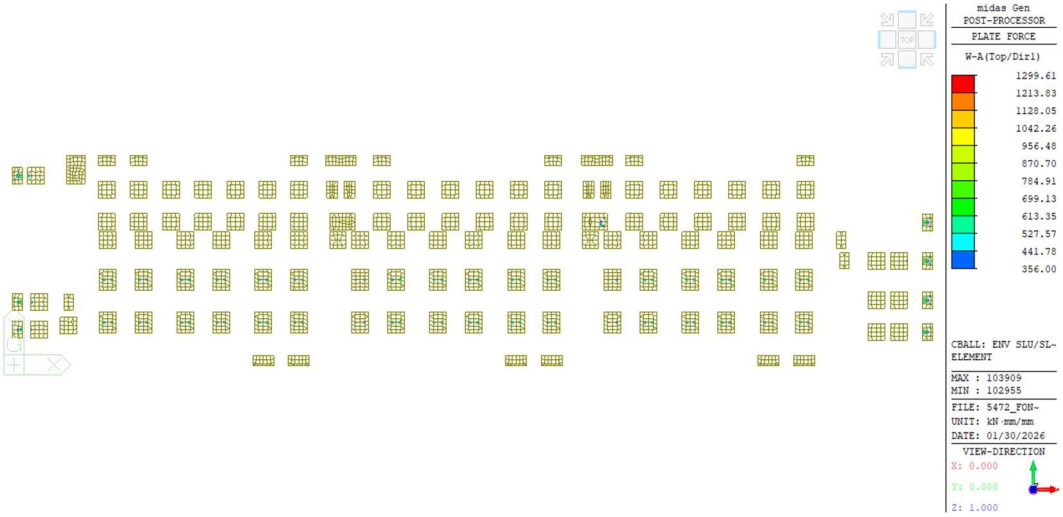


Momenti flettenti negativi (Ø16/20)

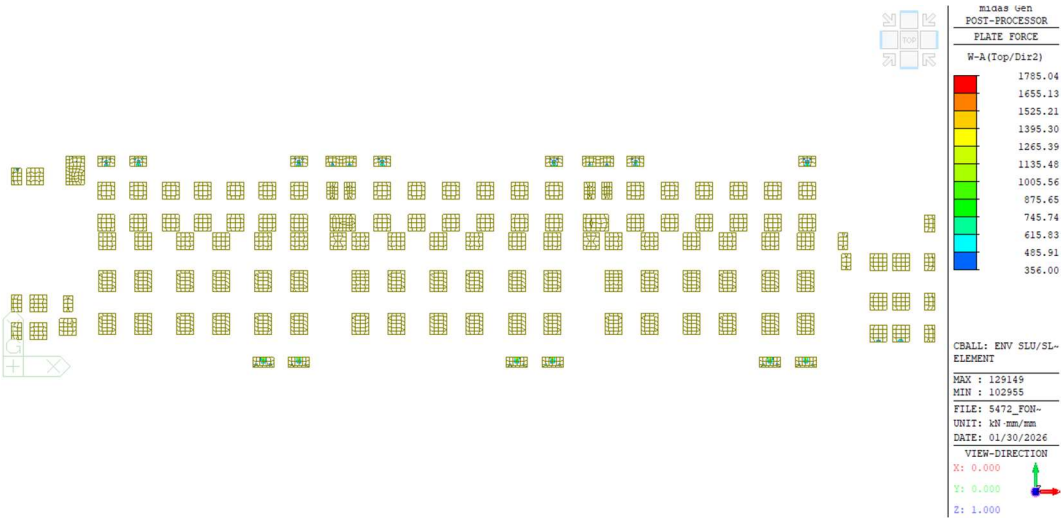


Momenti flettenti positivi (Ø20/20)

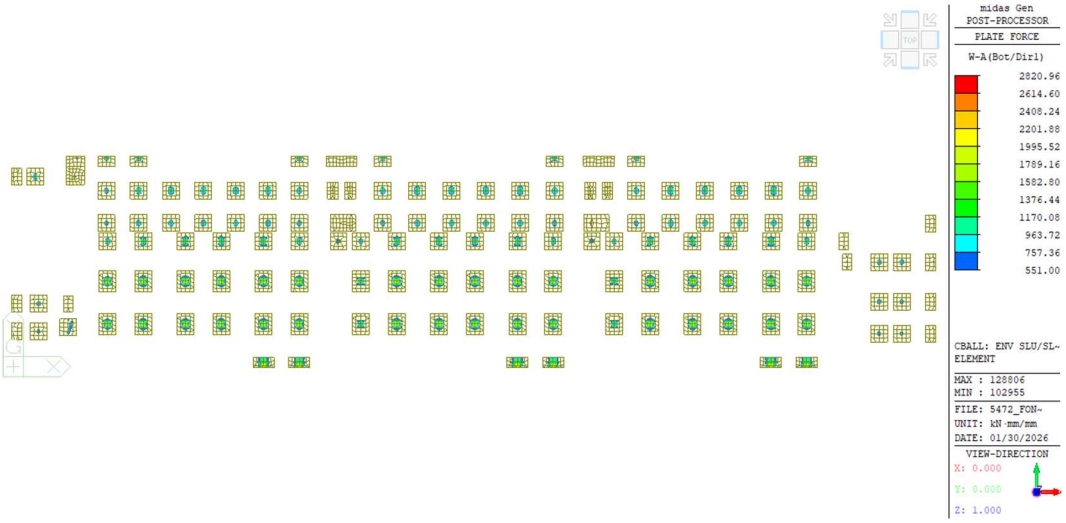
Di seguito sono riportati il momento flettente di resistenza sopra calcolato.



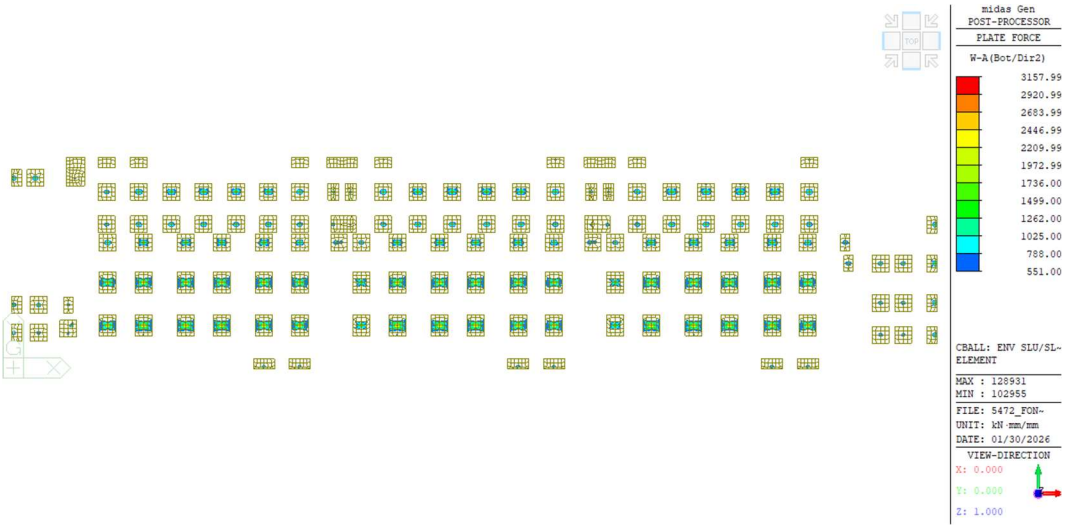
Inviluppo momenti di Wood-Armer nella direzione x / superiore - Mrd(Ø16/20)



Inviluppo momenti di Wood-Armer nella direzione y / superiore - Mrd(Ø16/20)

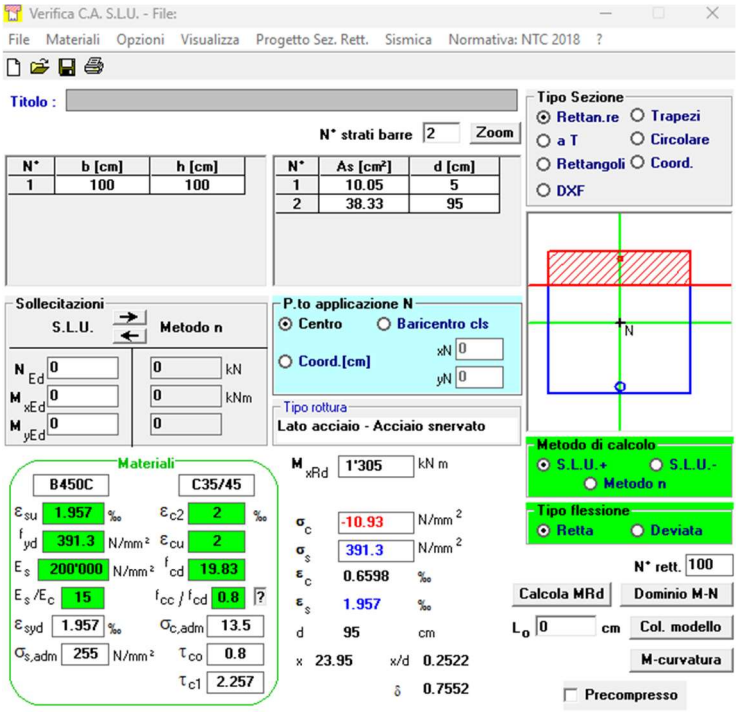


Inviluppo momenti di Wood-Armer nella direzione x / inferiori - Mrd (Ø20/20)

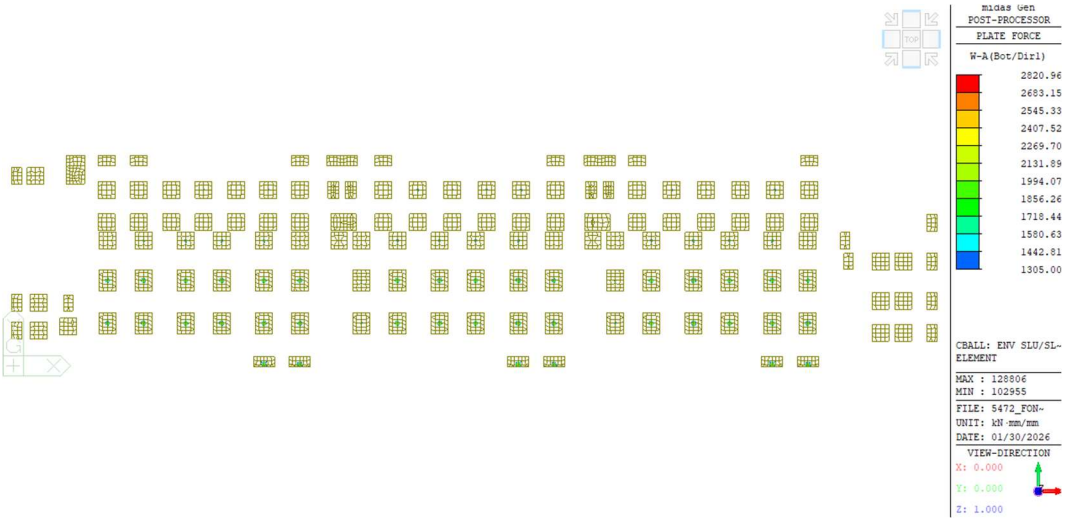


Inviluppo momenti di Wood-Armer nella direzione y / inferiori - Mrd (Ø20/20)

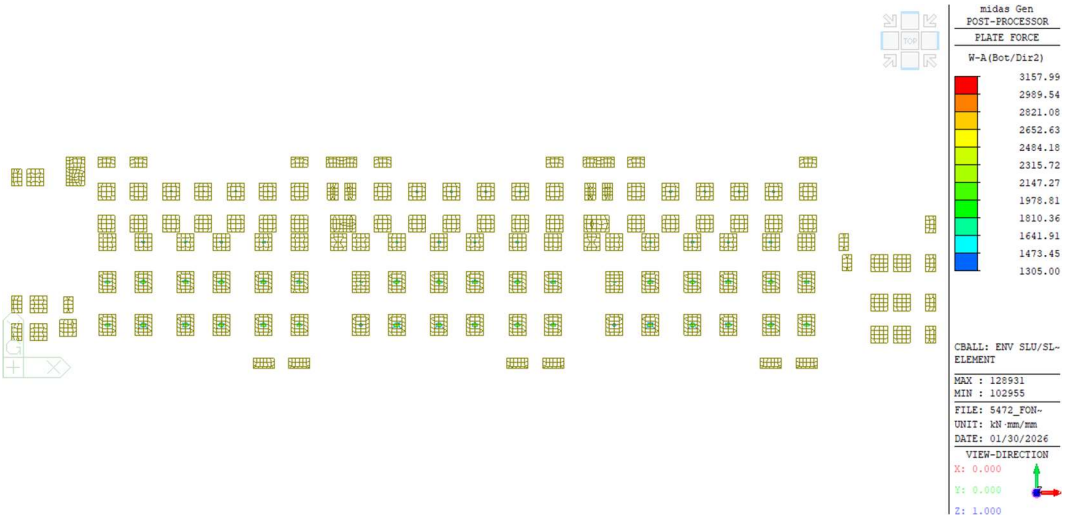
Sul lato inferiore, nelle zone non coperte, è necessario inserire barre di rinforzo di Ø24/20.



Resistenza a flessione positiva (Ø20/20+Ø24/20))



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø20/20+Ø24/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø20/20+Ø24/20)

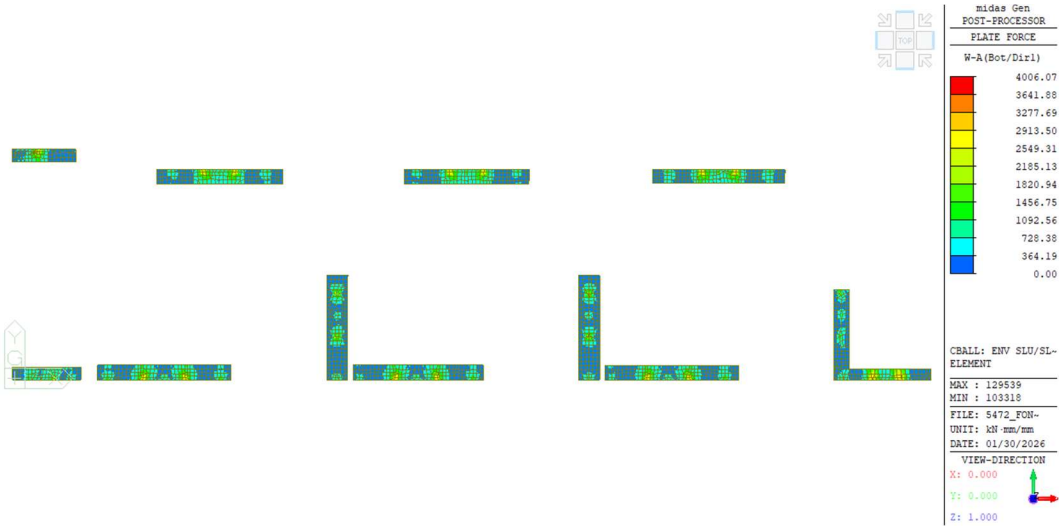
Nelle aree non coperte, ai bordi delle colonne, la verifica è soddisfatta con la media integrale.

17.3.2 Plinto compreso controvento (data hall) e pareti in c.a. (ufficio)

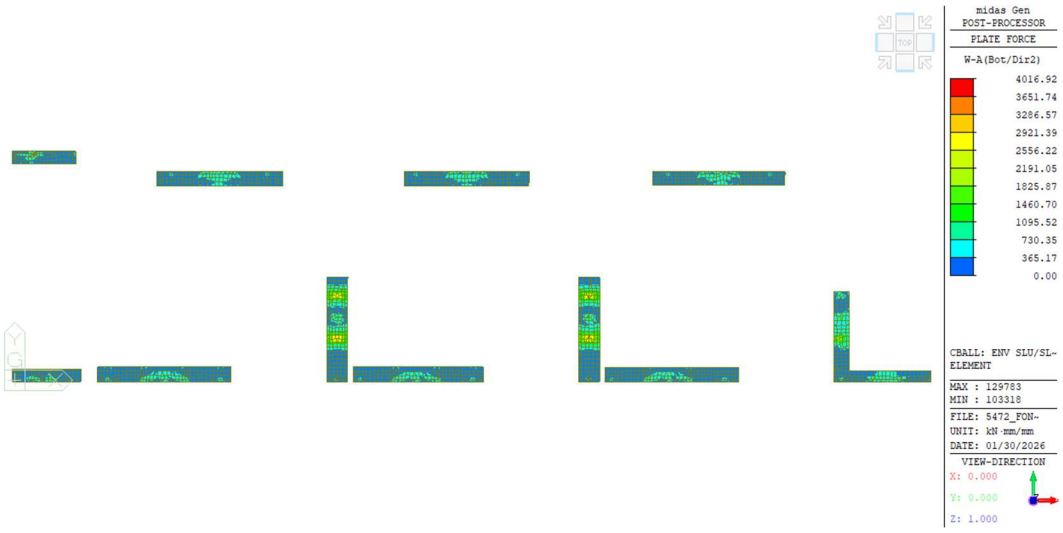
La verifica strutturale è riportata di seguito.

Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione x / sup

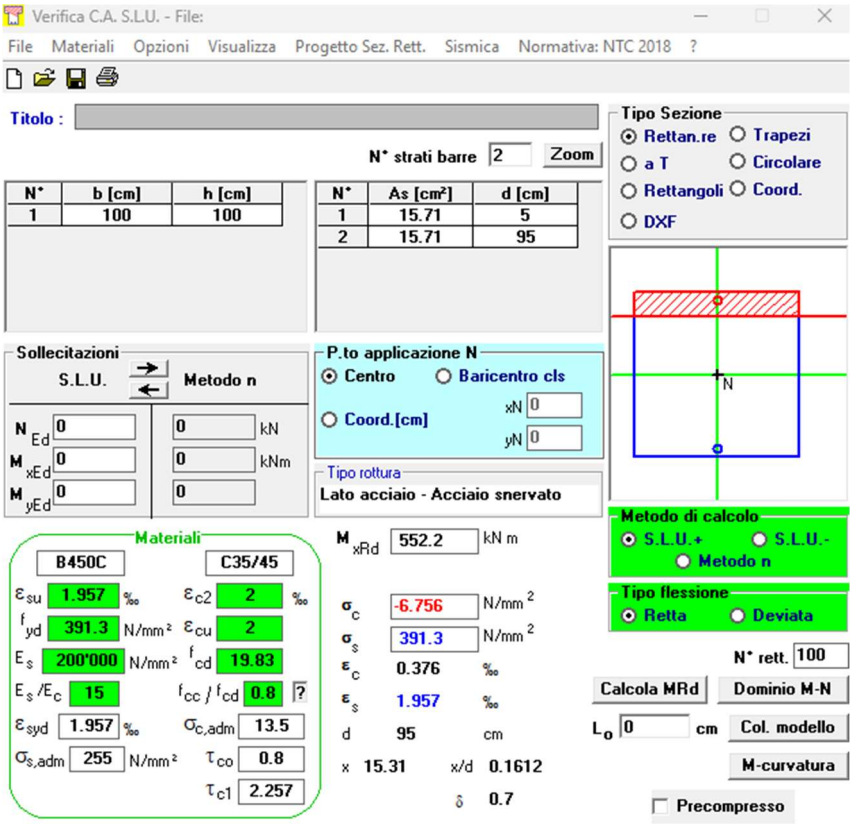
Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione x / inf

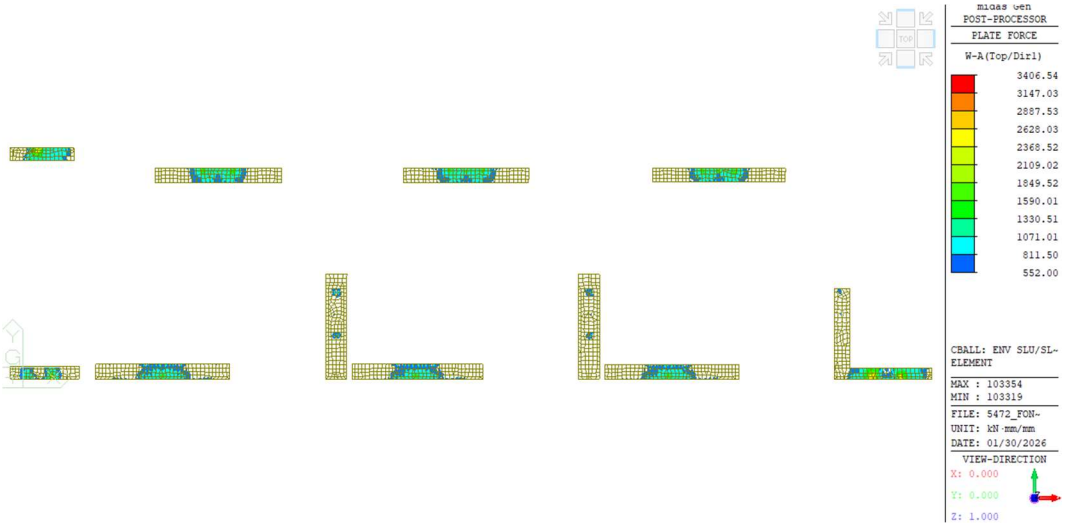


Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione y / inf

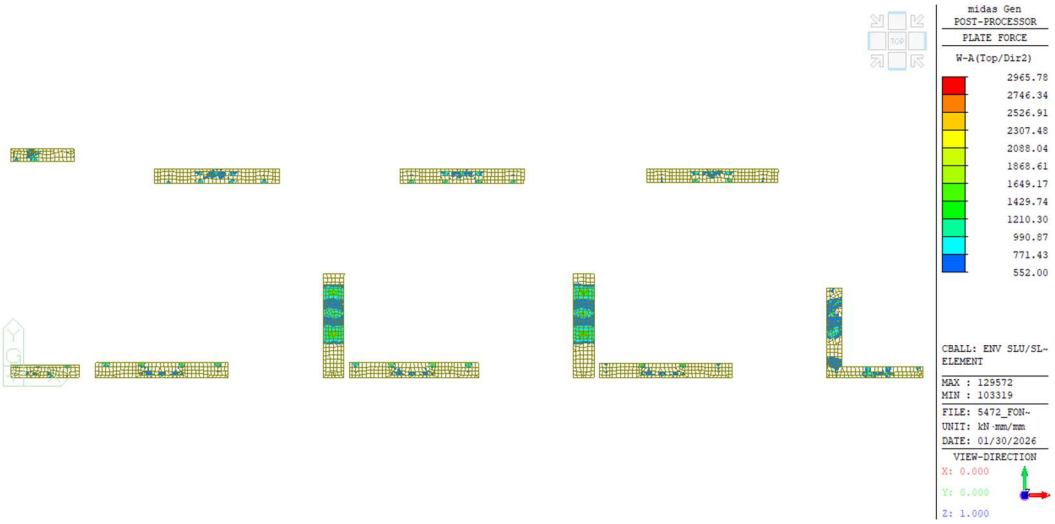


Resistenza a flessione negativa/positiva (Ø20/20)

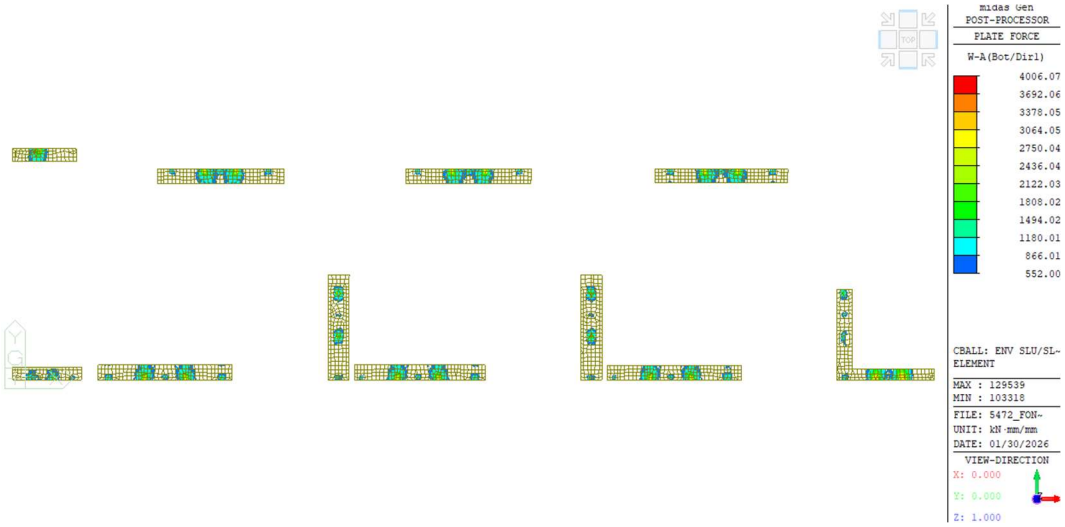
Di seguito sono riportate i momenti flettenti calcolati filtrati.



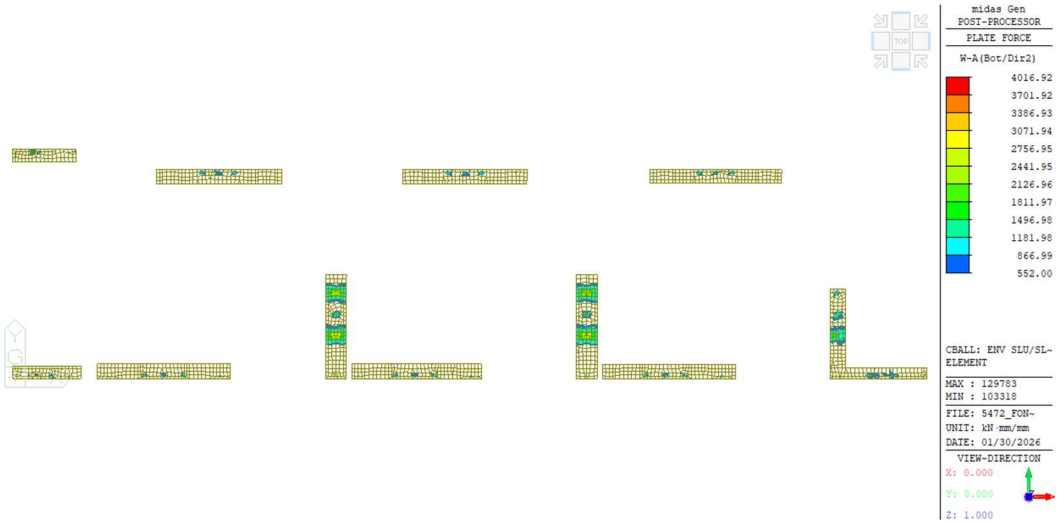
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd(Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup - Mrd(Ø20/20)



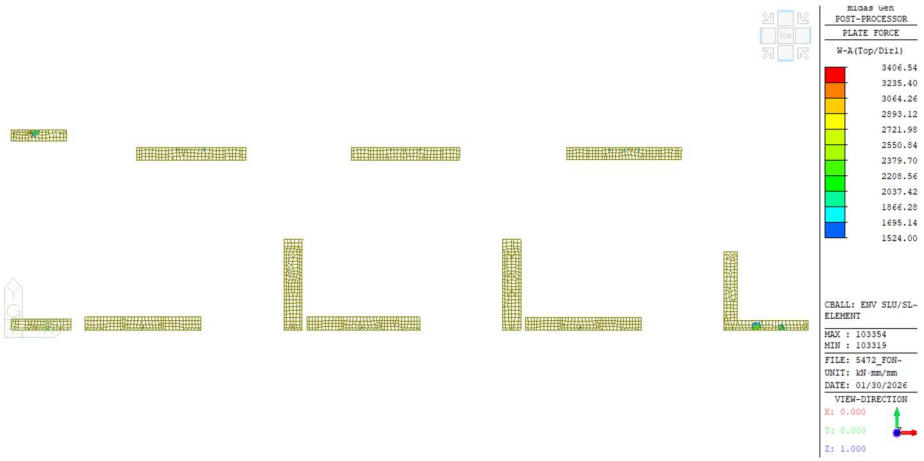
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/20)



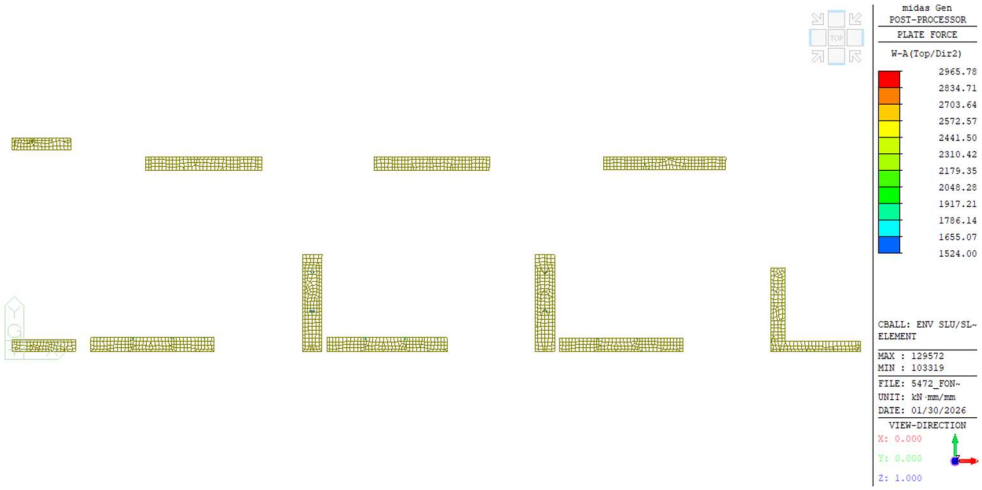
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/20)

Per soddisfare i requisiti di verifica nelle aree non coperte è necessario aggiungere rinforzi come riassunto di seguito.

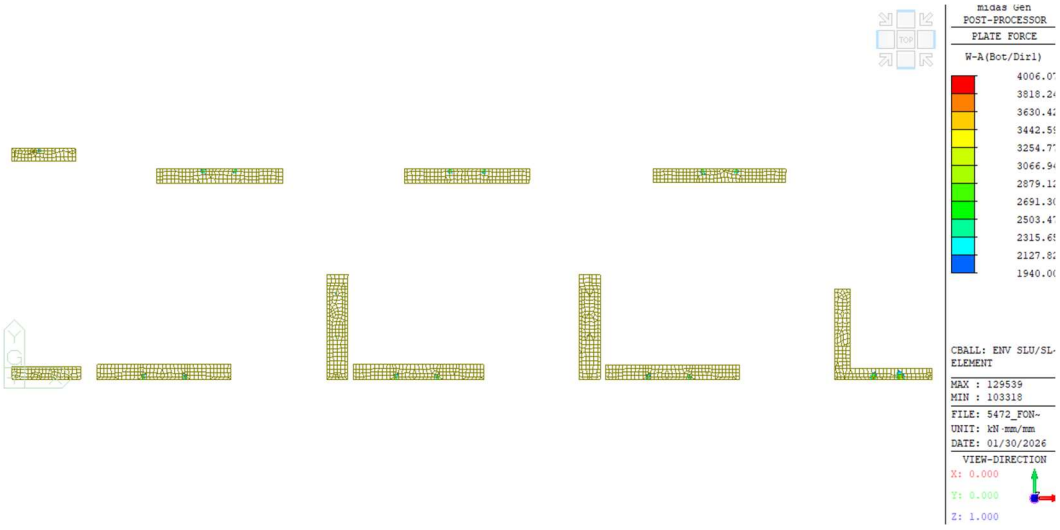
Direzione / posizione	Barre aggiuntive	M_{Rd}
Direzione X /Sup Direzione Y /Sup	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 Secondo strato: Ø20/20 (in aree limitate)	1524 kNm/m
Direzione X /Inf Direzione Y /Inf	Base mesh: Ø20/20+Ø24/20 Secondo strato: Ø24/20 (in aree limitate)	1940 kNm/m



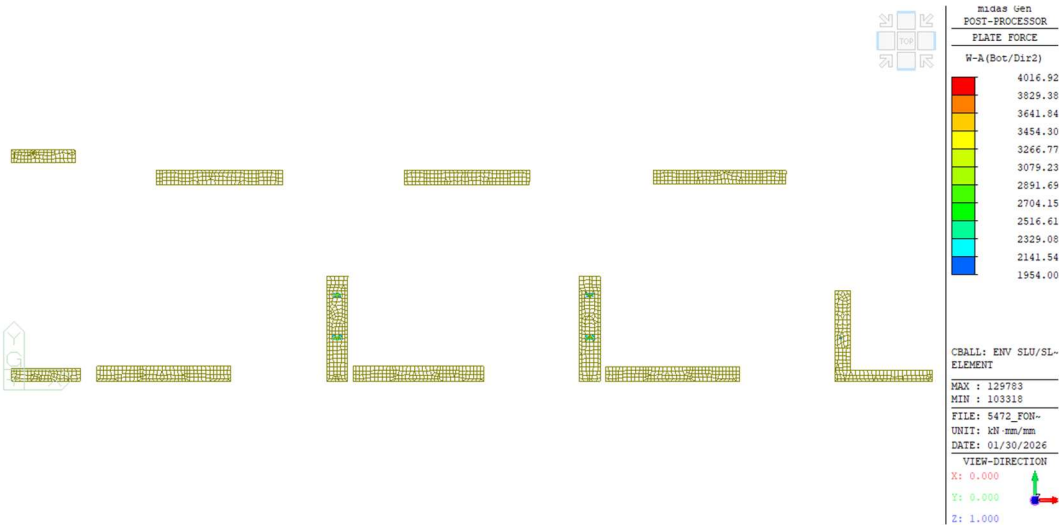
Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd (Ø20/10+2nd layer Ø20/20)



Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione y / sup – Mrd (Ø20/10+2nd layer Ø20/20)



Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/20+Ø24/20 +2nd layer Ø24/20)

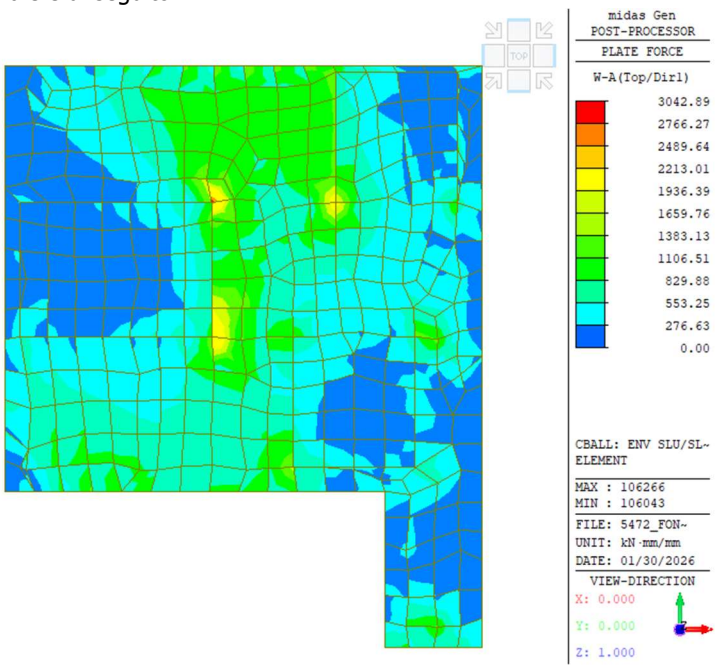


Inviluppo momenti di Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/20+Ø24/20 +2° strato Ø24/20)

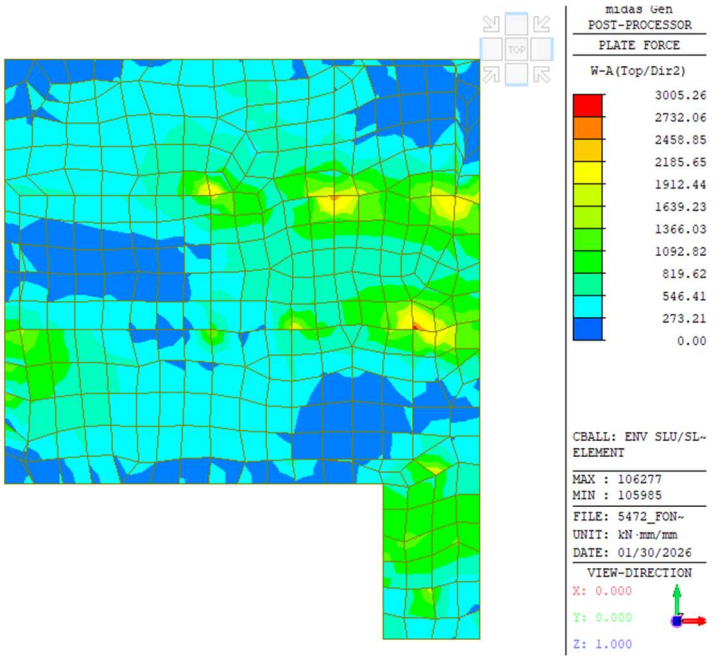
Nelle aree non coperte, ai bordi delle colonne, le verifiche sono soddisfatte con la media integrale.

17.3.3 Fondazione h=1m compreso nuclei in c.a.(uffici ovest)

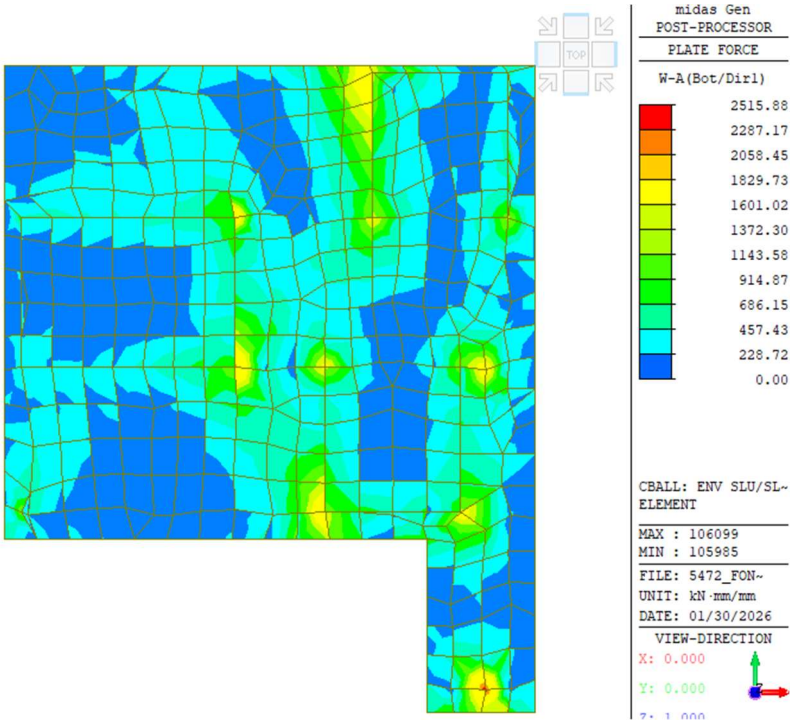
La verifica strutturale è di seguito.



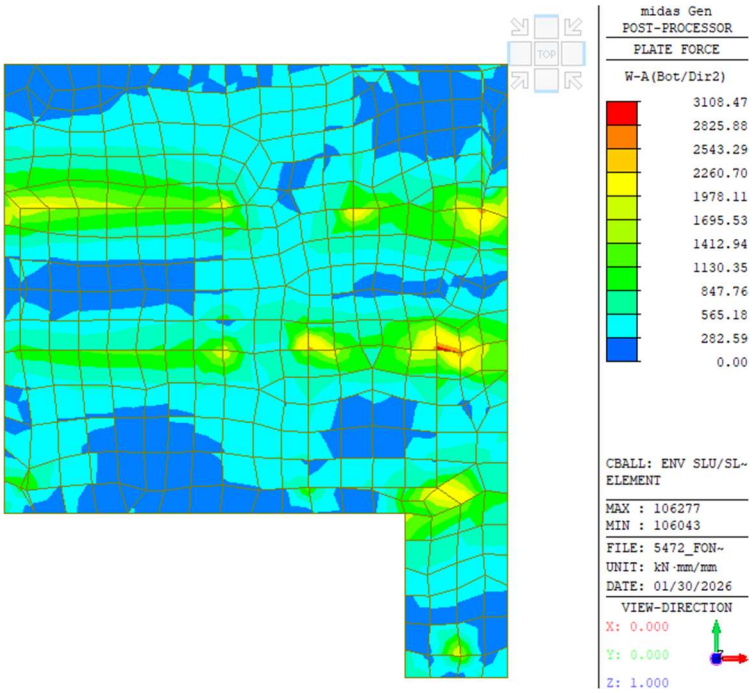
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup



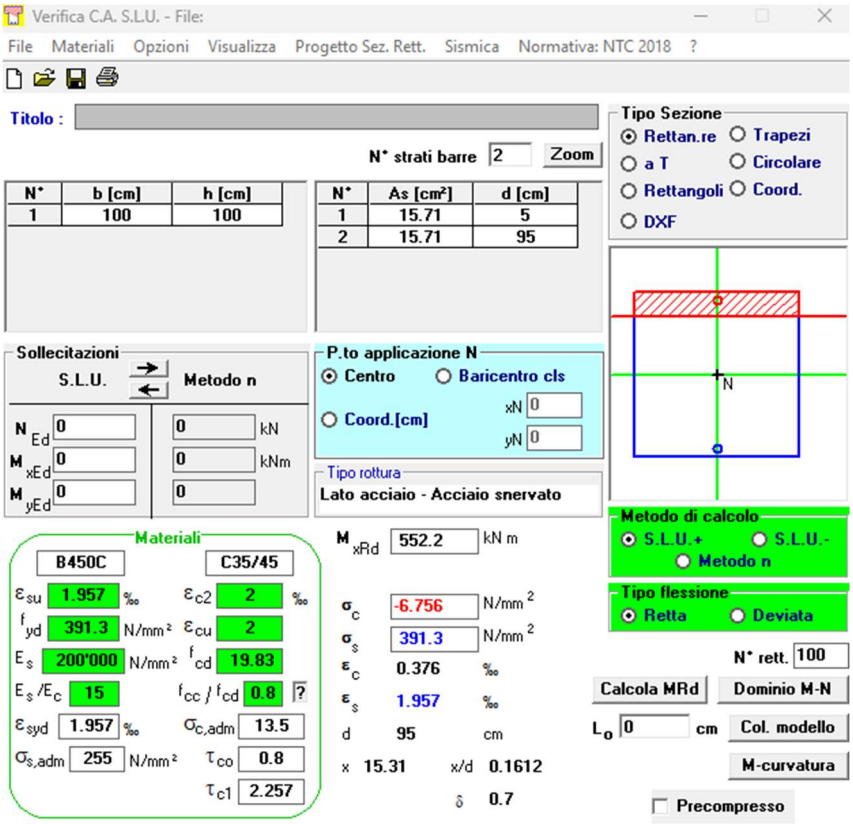
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

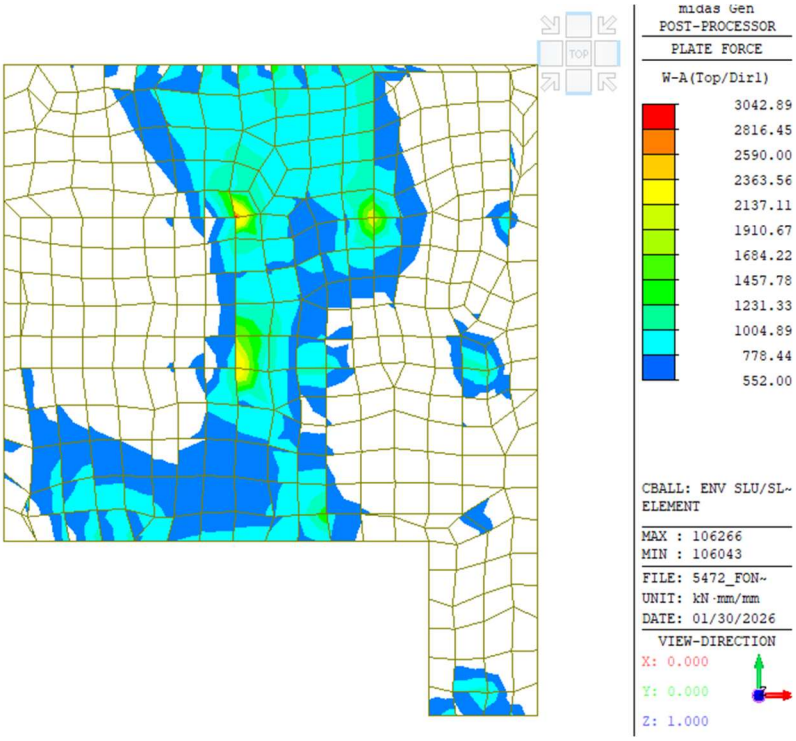


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

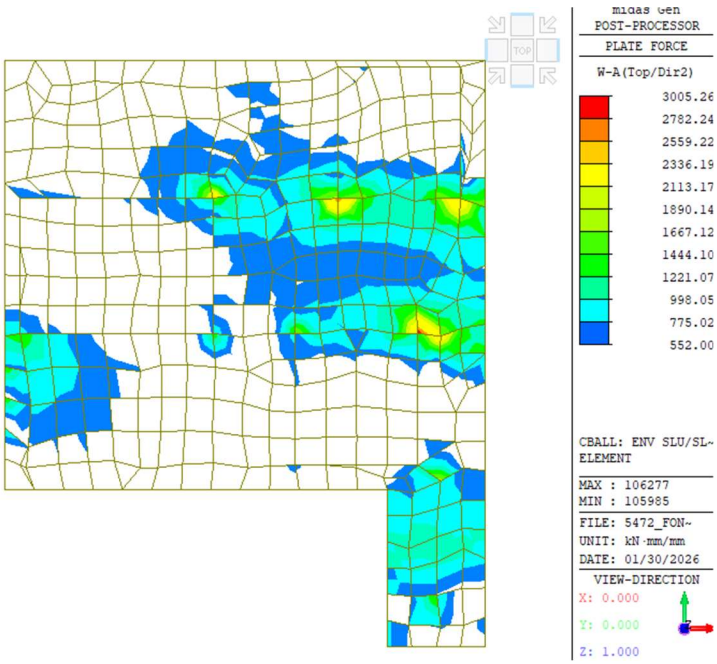


Resistenza a flessione negativa/positiva (Ø20/20)

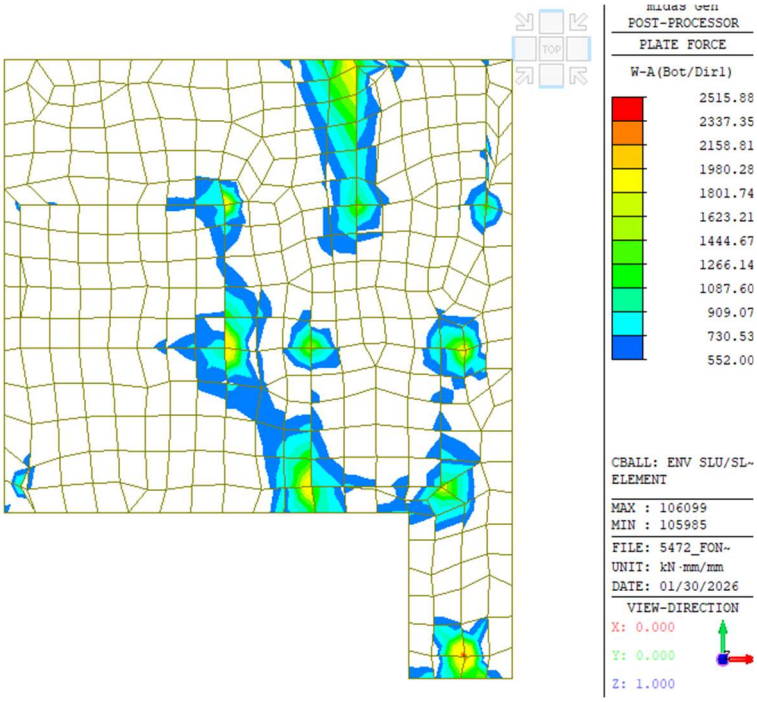
In seguito sono riportati i momenti filtrati:



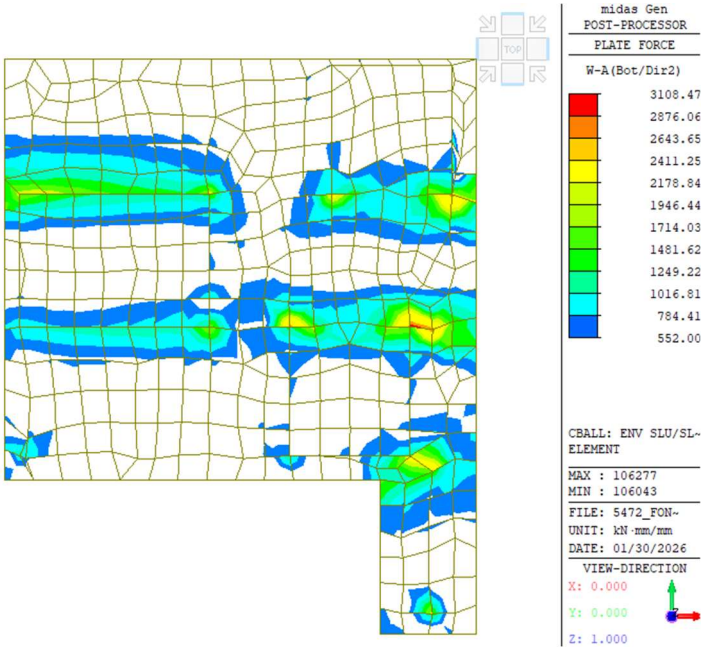
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd(Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup - Mrd(Ø20/20)



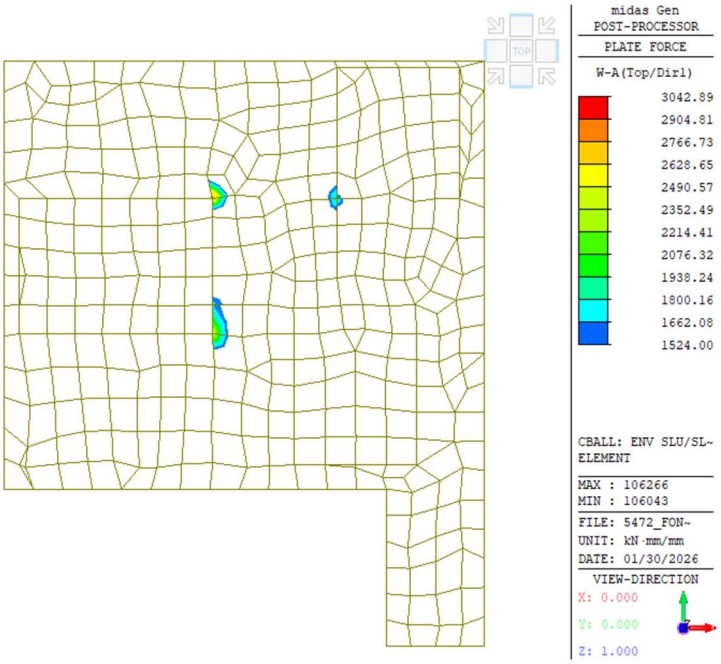
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/20)



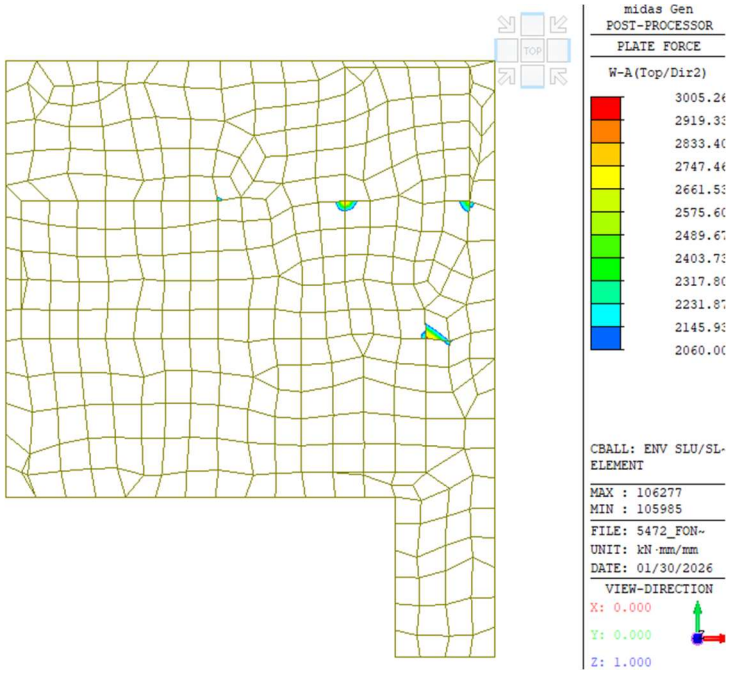
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/20)

Per soddisfare i requisiti di verifica nelle aree non coperte è necessario armature aggiuntive, come riassunto di seguito.

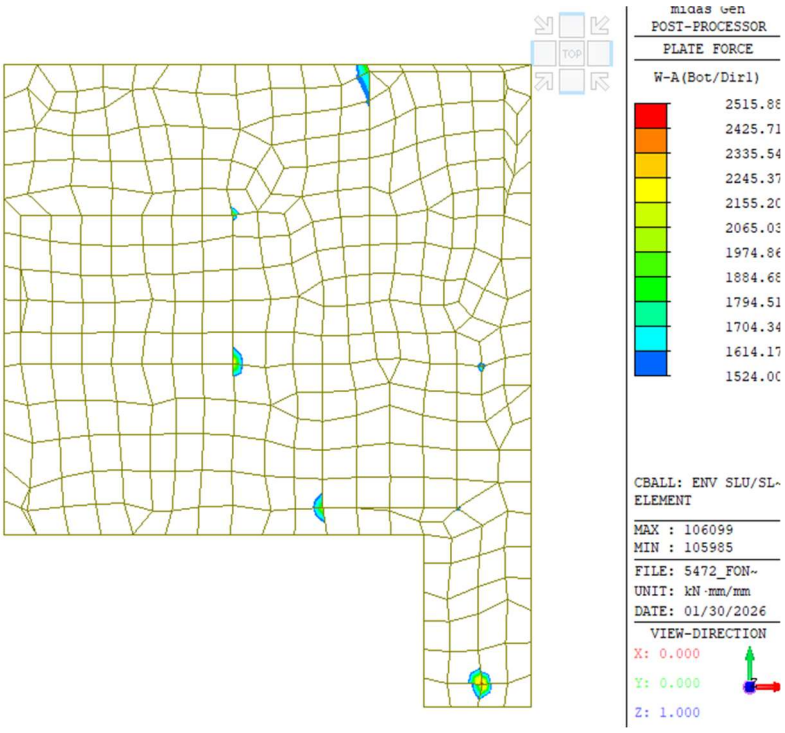
Direzione /posizionamento	Armature di rinforzo	M_{Rd}
Direzione X /Sup	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø20/20 (solo nelle aree limitate)	1524 kNm/m
Direzione Y /Sup	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø30/20 (solo nelle aree limitate)	2069 kNm/m
Direzione X /Inf	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø20/20 (solo nelle aree limitate)	1524 kNm/m
Direzione Y /Inf	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø30/20 (solo nelle aree limitate)	2069 kNm/m



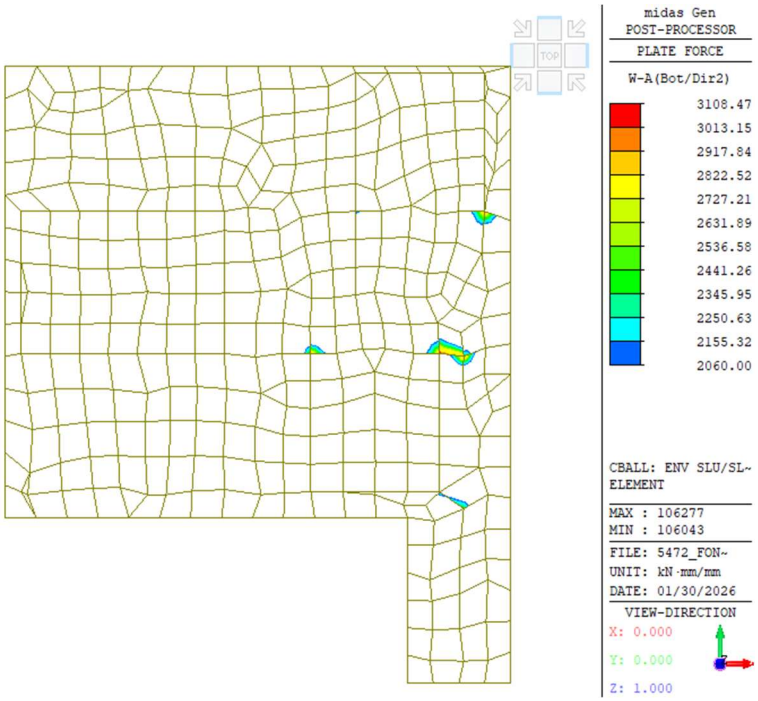
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup – Mrd (Ø20/10+2° strato Ø30/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø20/20)

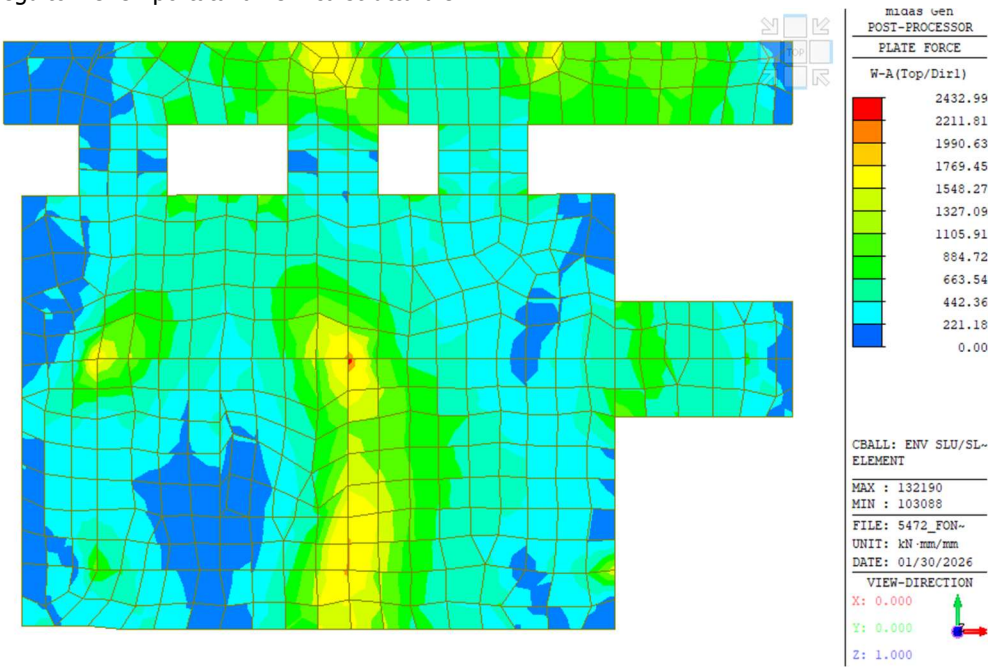


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø30/20)

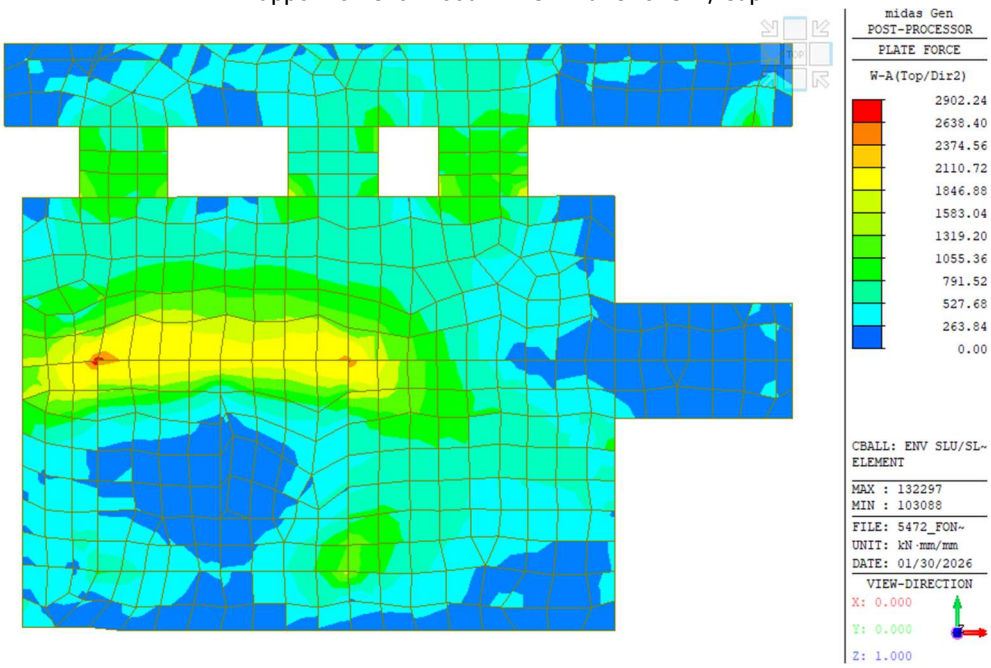
Nelle aree non coperte, ai bordi delle colonne/pareti, la verifica è soddisfatta con la media integrale.

17.3.4 Fondazione h=1m compreso nuclei in c.a. (uffici est)

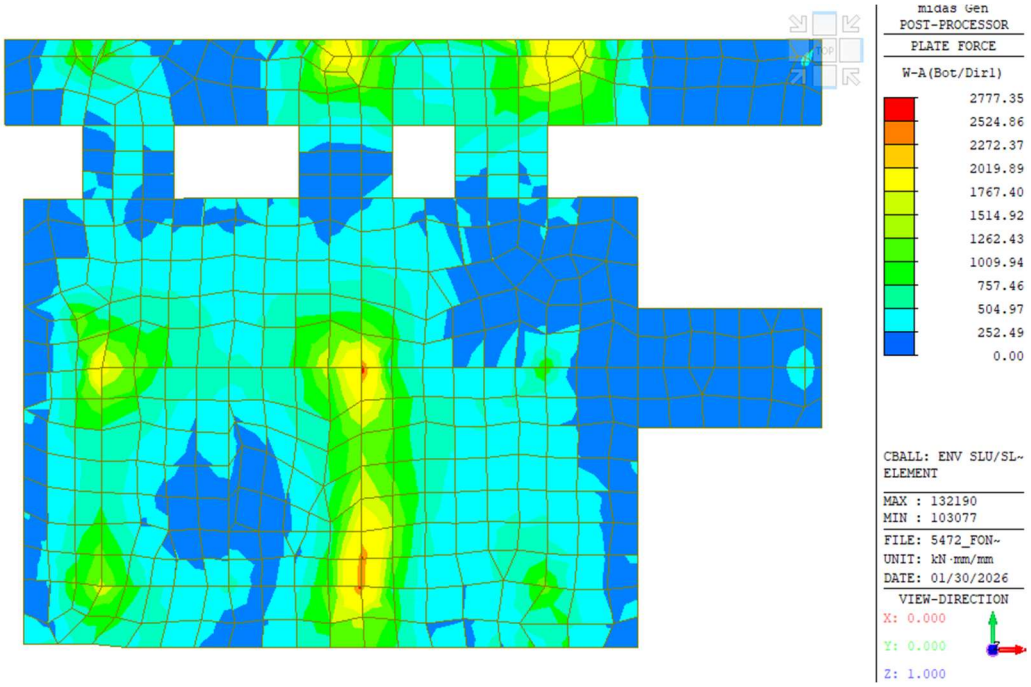
Di seguito viene riportata la verifica strutturale.



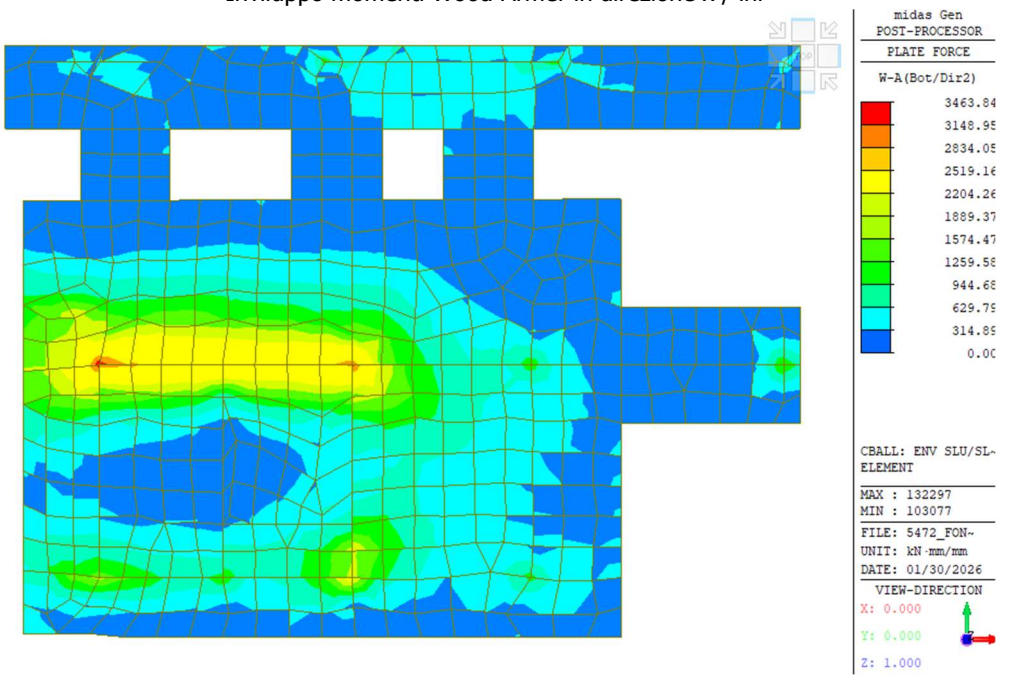
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup



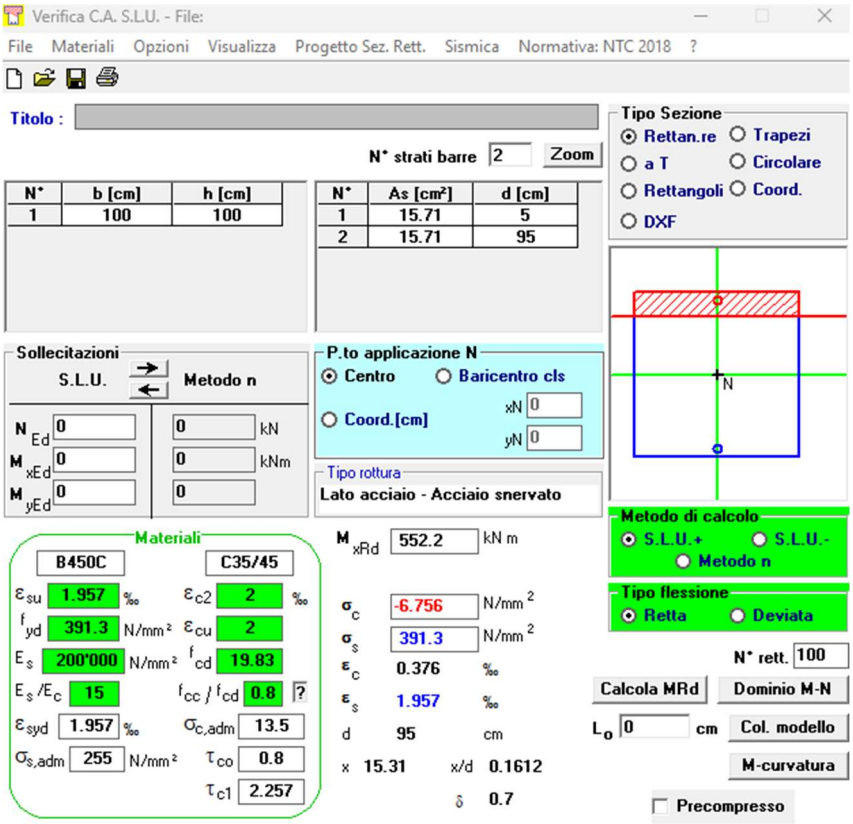
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

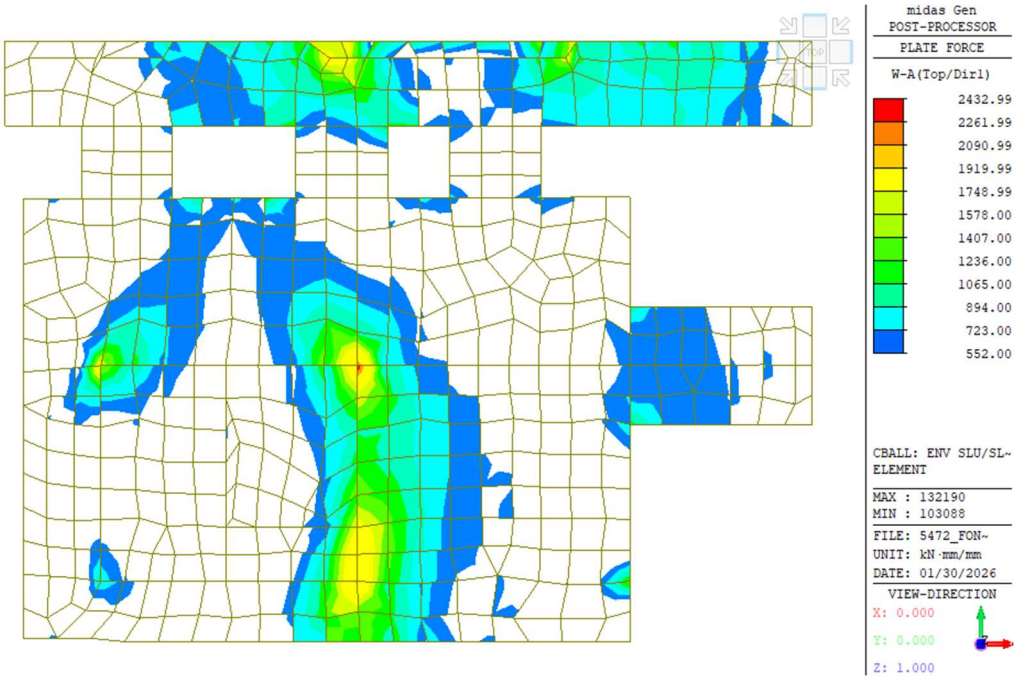


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

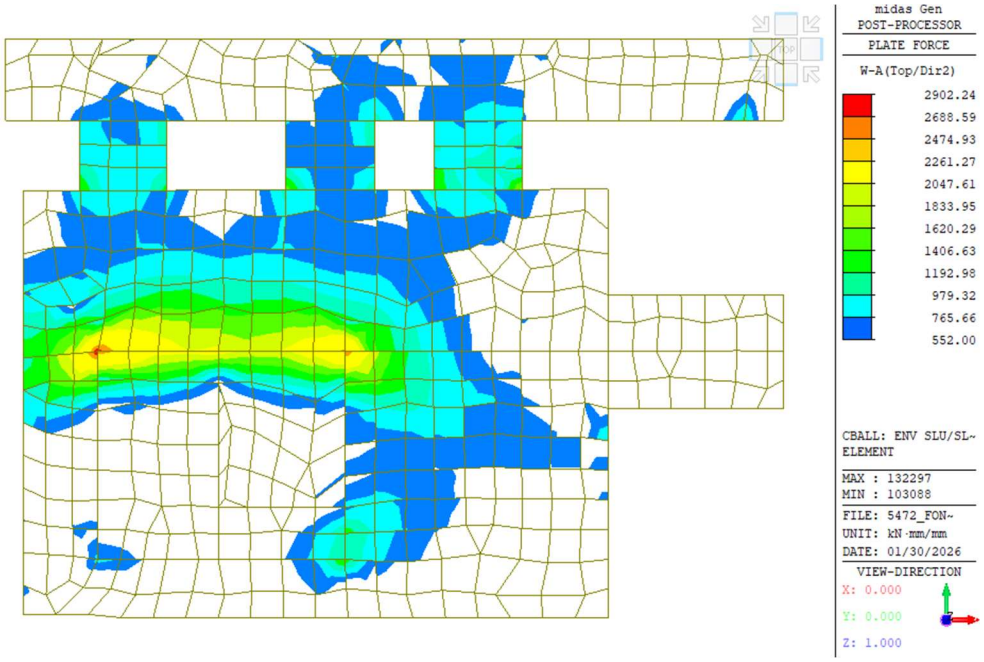


Resistenza alla flessione negativa/positiva (Ø20/20)

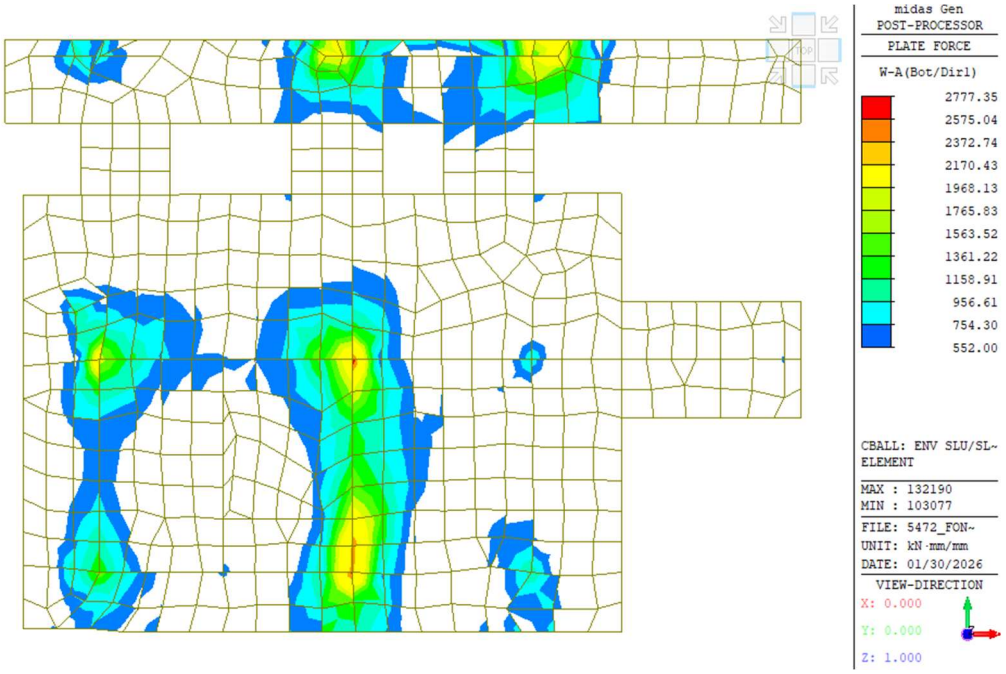
Di seguito sono riportate i momenti flettenti di resistenza sopra calcolato filtrati.



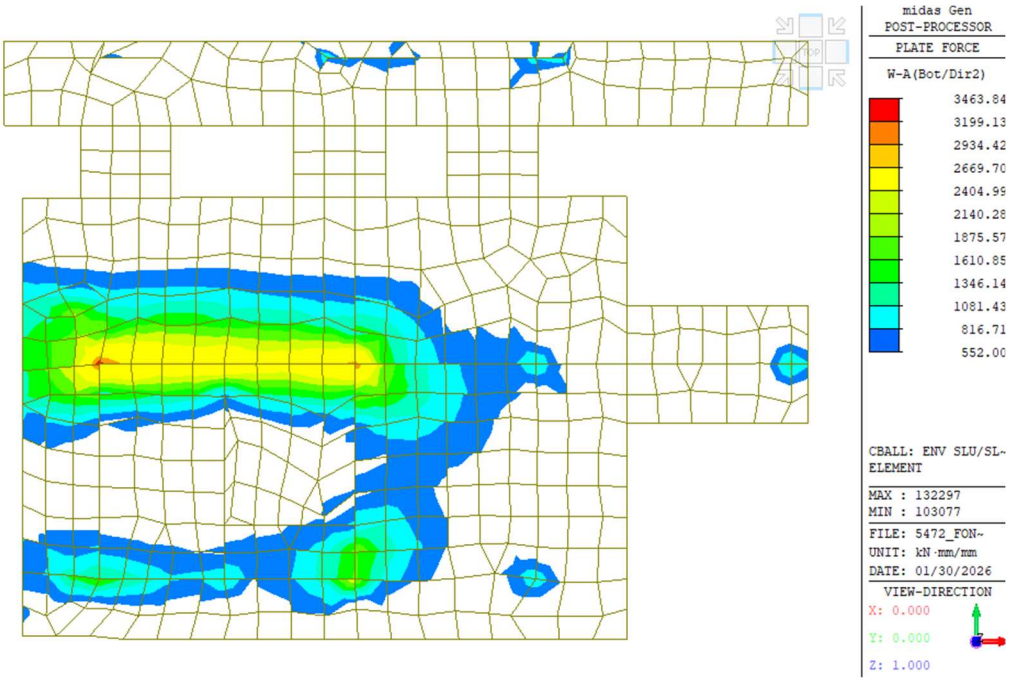
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd(Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup - Mrd(Ø20/20)



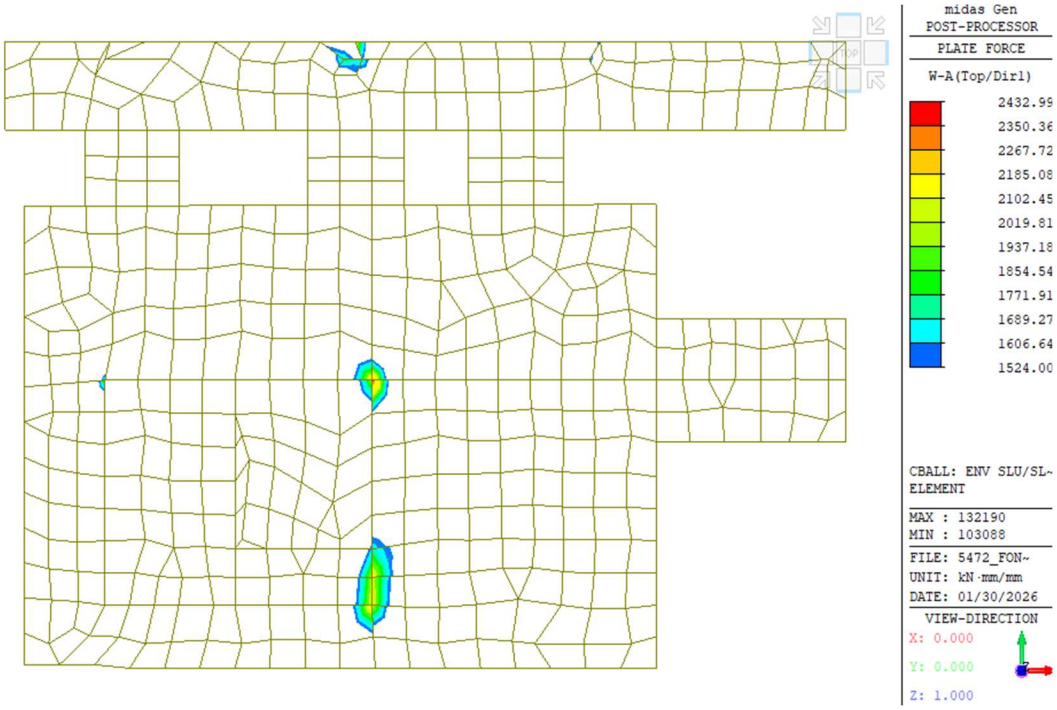
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/20)



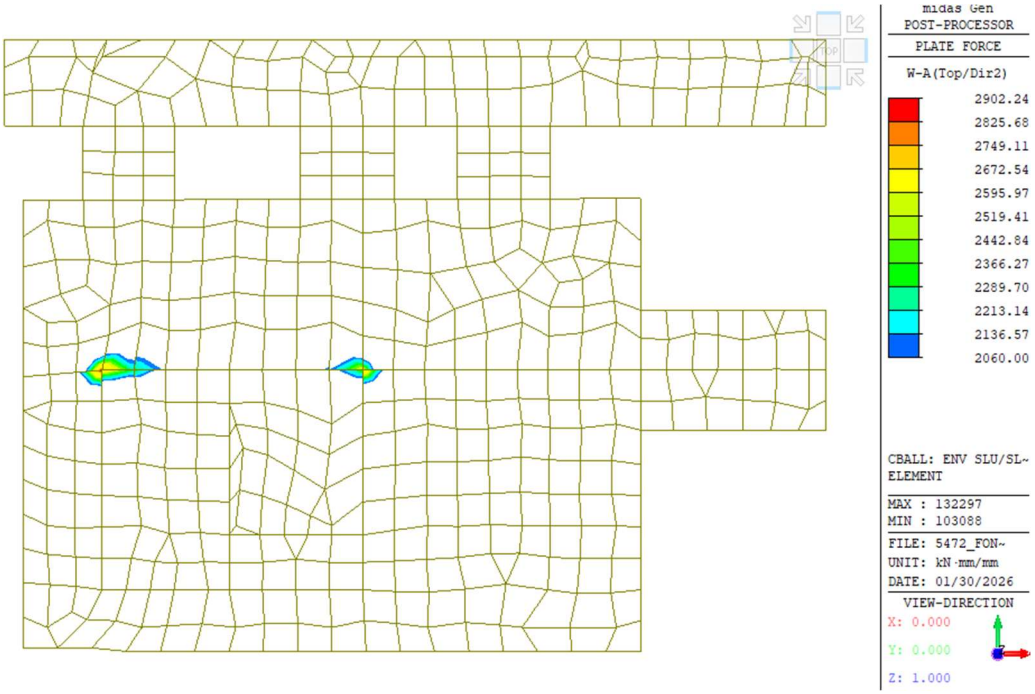
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/20)

Per soddisfare i requisiti di controllo nelle aree non coperte, è necessario armature aggiuntive come indicato di seguito.

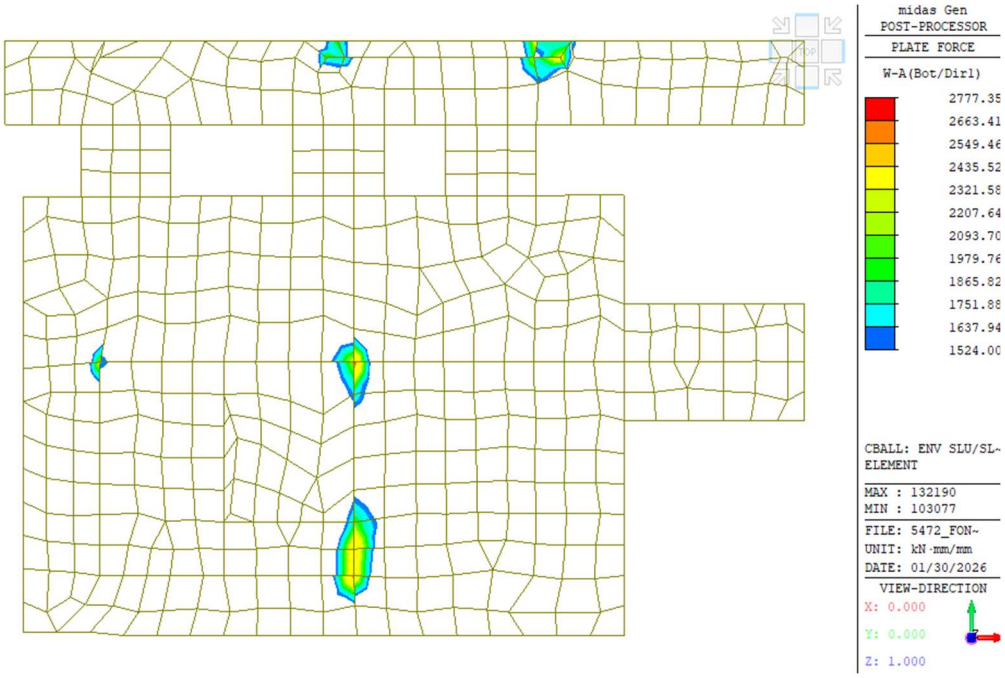
Direction/side	Reinforcement bars	MRd
Direzione X /Sup	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø20/20 (nelle aree limitate)	1524 kNm/m
Direzione Y /Sup	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø30/20 (nelle aree limitate)	2069 kNm/m
Direzione X /Inf	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø20/20 (nelle aree limitate)	1524 kNm/m
Direzione Y /Inf	Base mesh: Ø20/20+Ø20/20 2° strato: Ø30/20 (nelle aree limitate)	2069 kNm/m



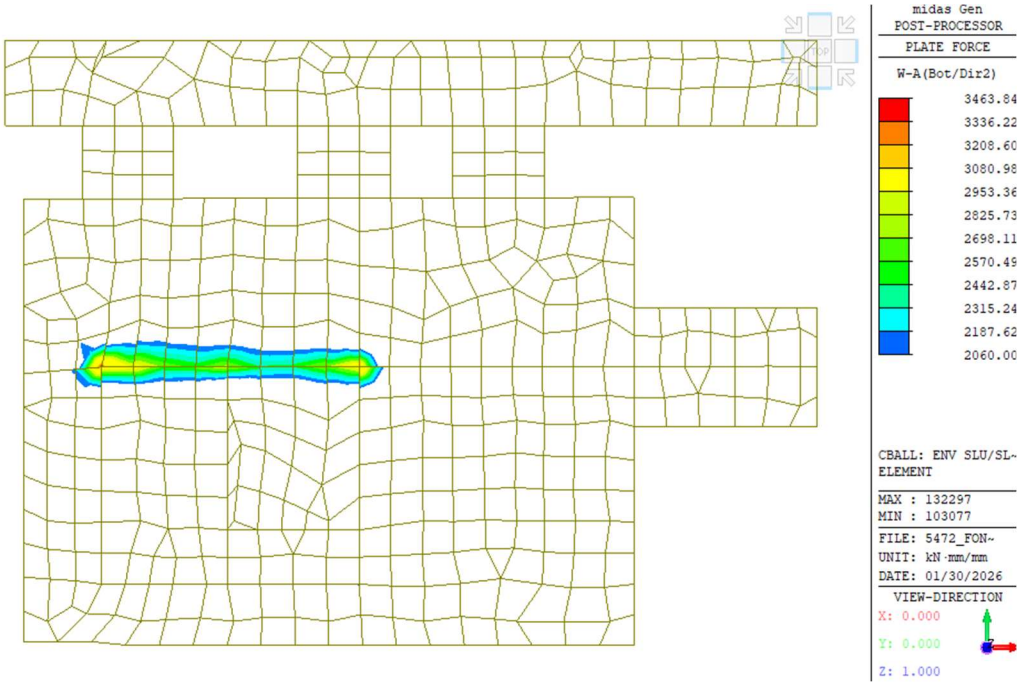
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup – Mrd (Ø20/10+2° strato Ø30/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø20/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf - Mrd (Ø20/10+2° strato Ø30/20)

Nelle aree non coperte, ai bordi delle colonne/pareti, la verifica è soddisfatta con la media integrale.

Per quanto riguarda la verifica della resistenza per il punzonamento (paragrafo 6.4 EC2), in corrispondenza del bordo della colonna si ottiene:

- Plinto con colonne 60x80

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} = \frac{1.15 \cdot 8453\ kN}{2800mm \cdot 925mm} \cdot 10^3 = 3.75\ N/mm^2$$

$v_{Rd} = 0.4 \cdot 0.5 \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.5 \cdot 21.17\ MPa = 4.23\ N/mm^2 > v_{Ed}$ (verifica soddisfatta).

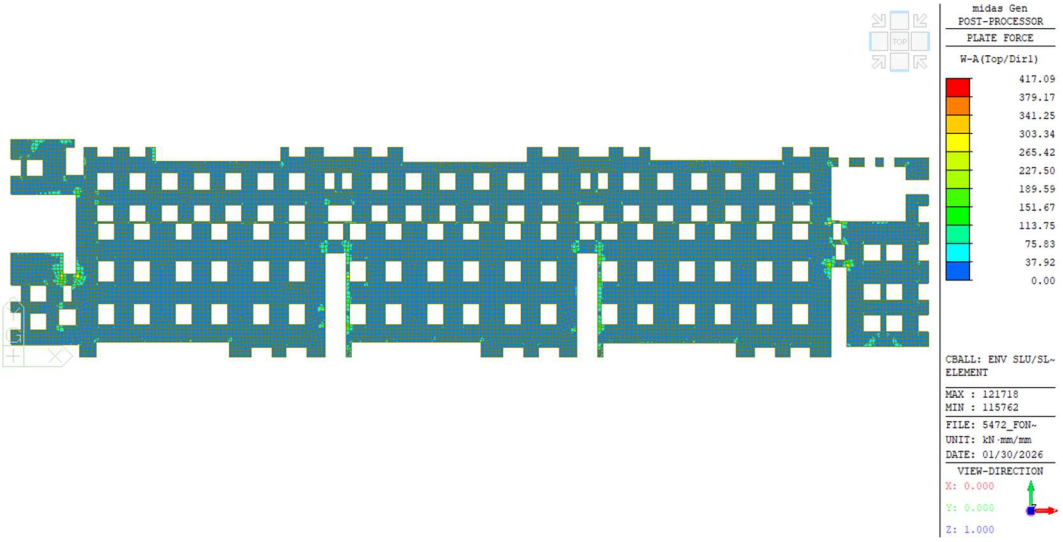
- Plinto con colonne 60x60

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} = \frac{1.15 \cdot 6253\ kN}{2400mm \cdot 925mm} \cdot 10^3 = 3.23\ N/mm^2$$

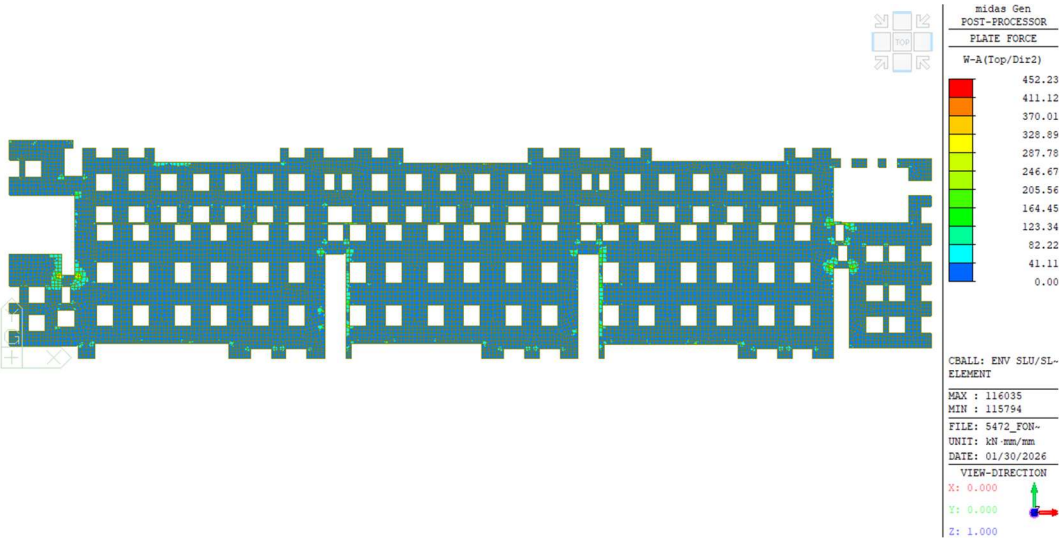
$v_{Rd} = 0.4 \cdot 0.5 \cdot f_{cd} = 0.4 \cdot 0.5 \cdot 21.17\ MPa = 4.23\ N/mm^2 > v_{Ed}$ (verifica soddisfatta).

17.3.5 Fondazione con spessore 30cm (data hall/uffici)

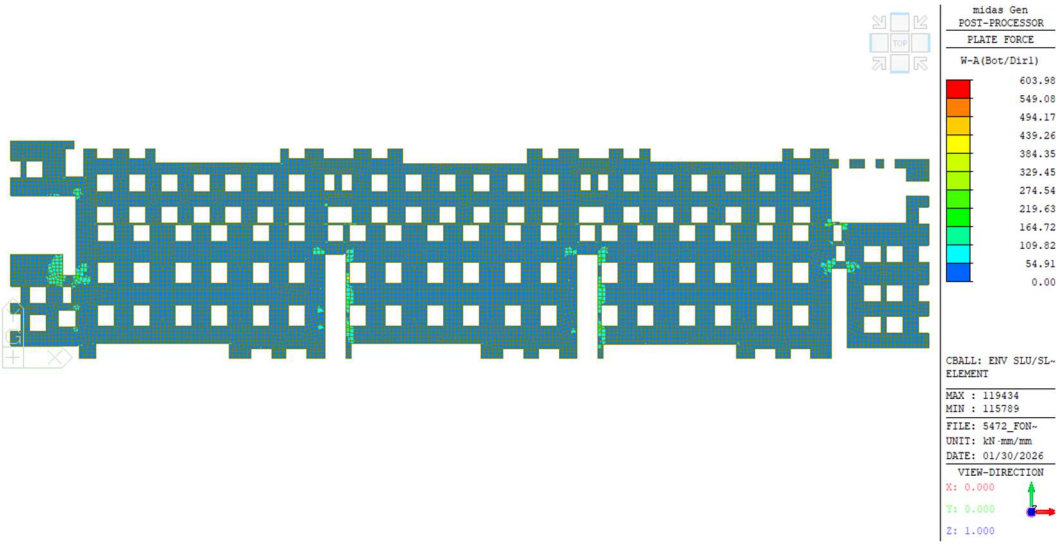
Di seguito viene riportata la verifica strutturale.



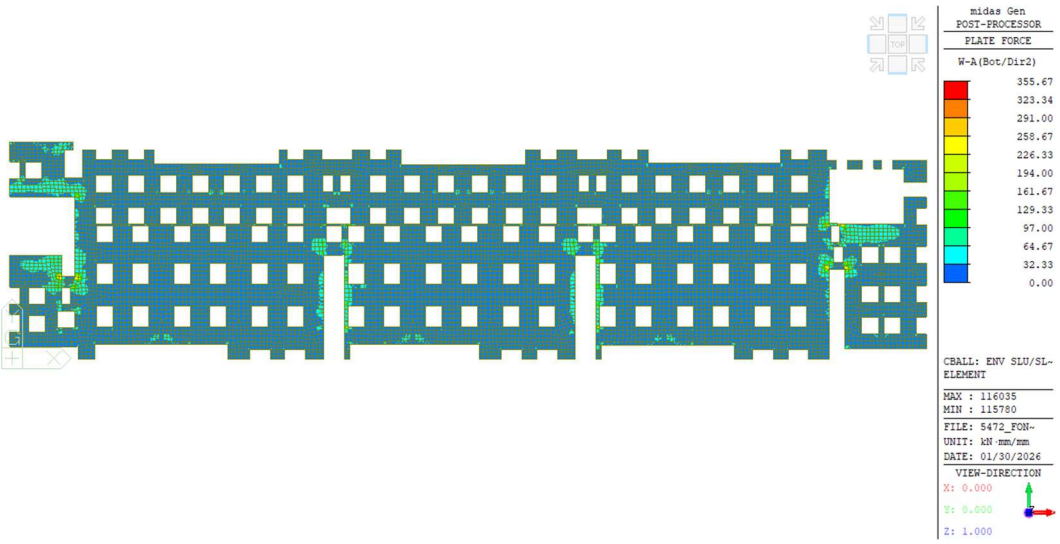
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup



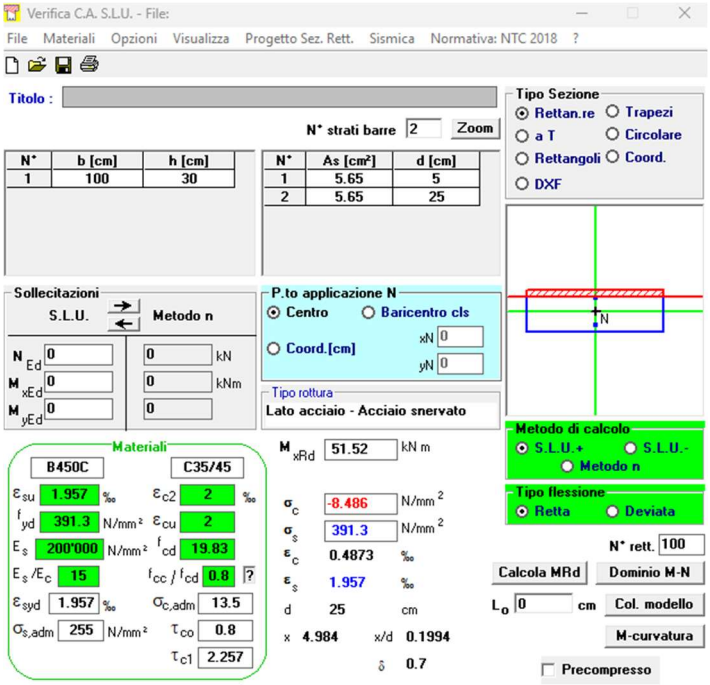
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

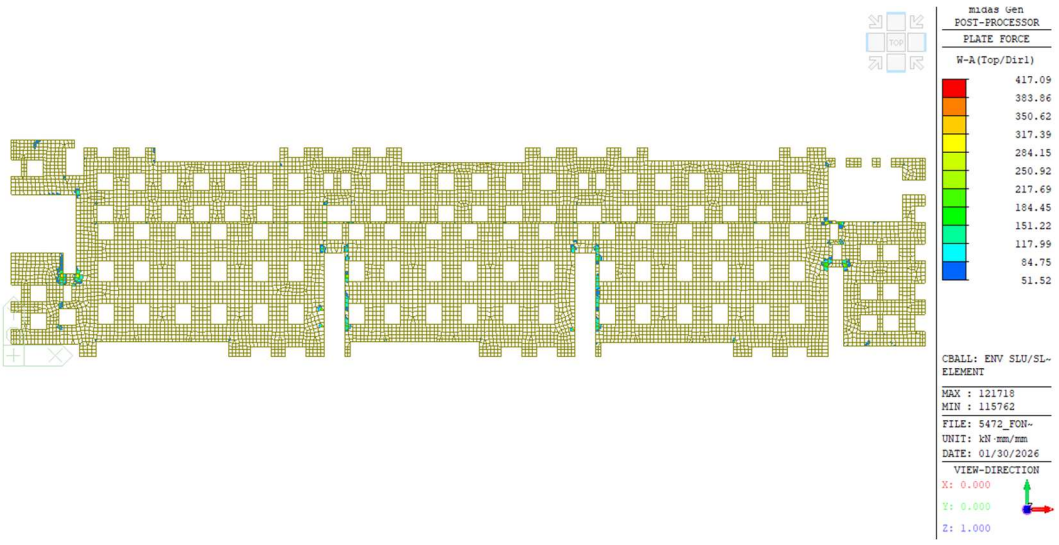


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

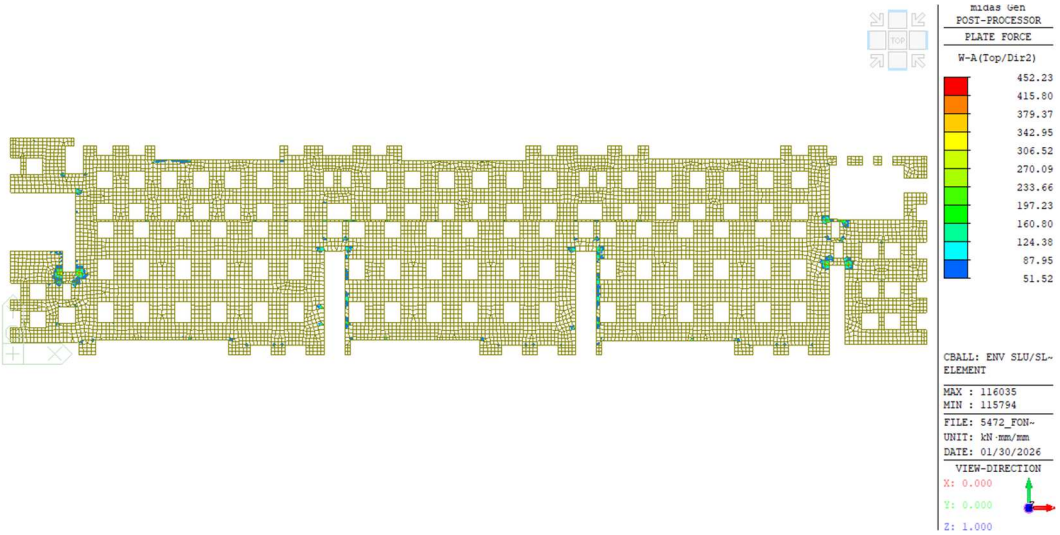


Resistenza a flessione negativa/positiva (Ø12/20)

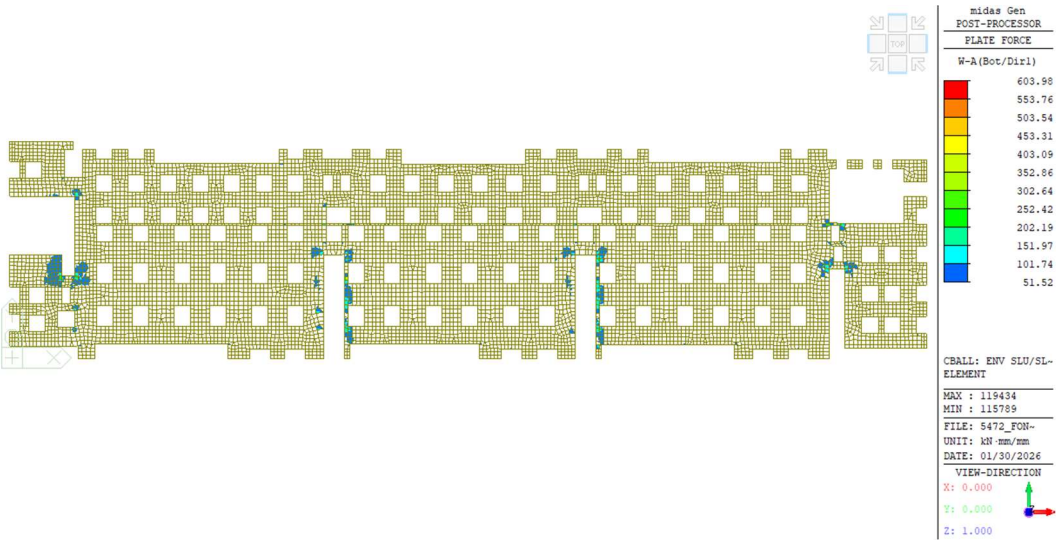
Di seguito sono riportate i momenti flettenti sopra calcolati filtrati.



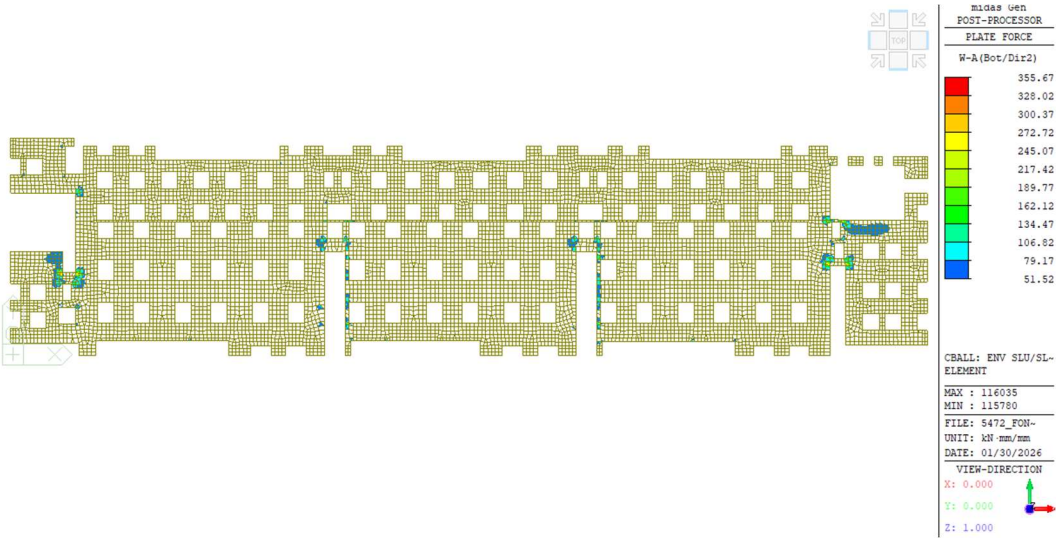
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup – Mrd(Ø12/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup – Mrd(Ø12/20)

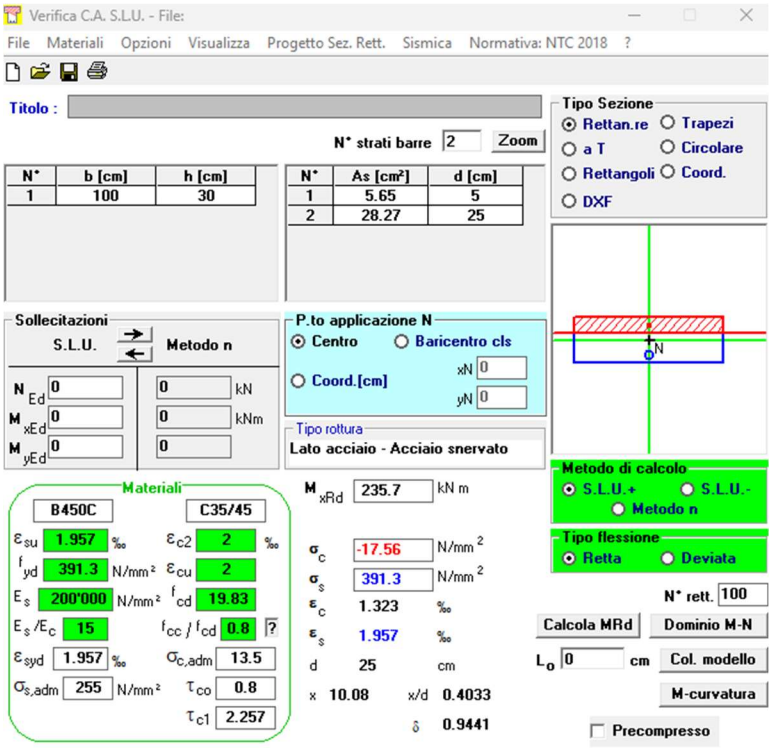


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø12/20)

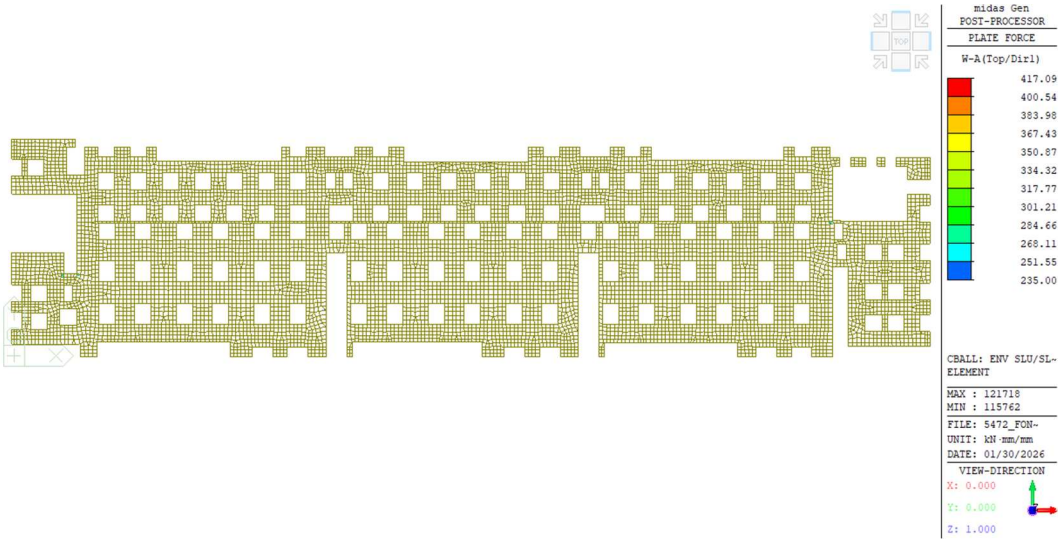


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø12/20)

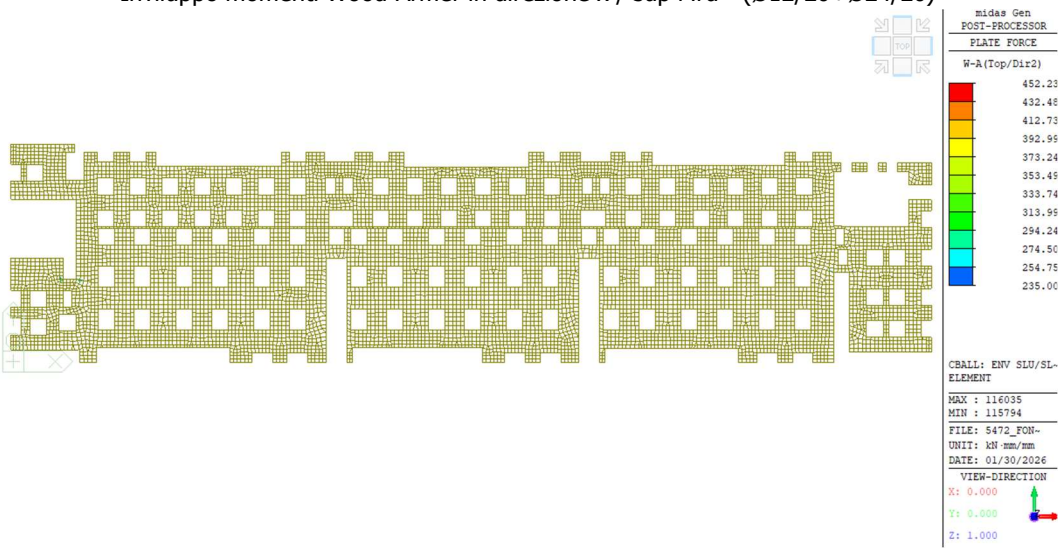
Nella parte inferiore, nelle zone non coperte, sono necessari armature aggiuntive Ø24/20.



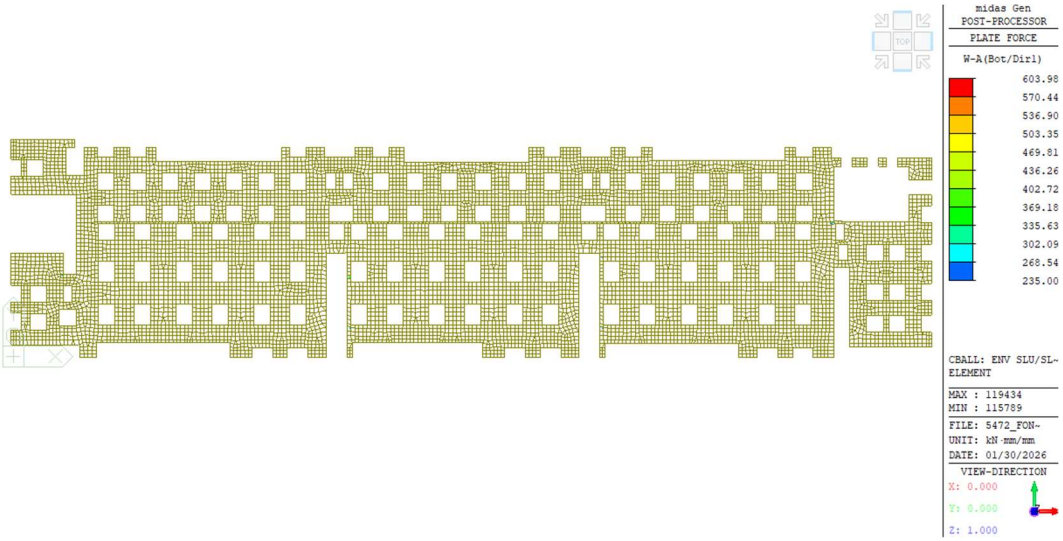
Resistenza a flessione positiva/negativa (Ø16/20+Ø24/20)



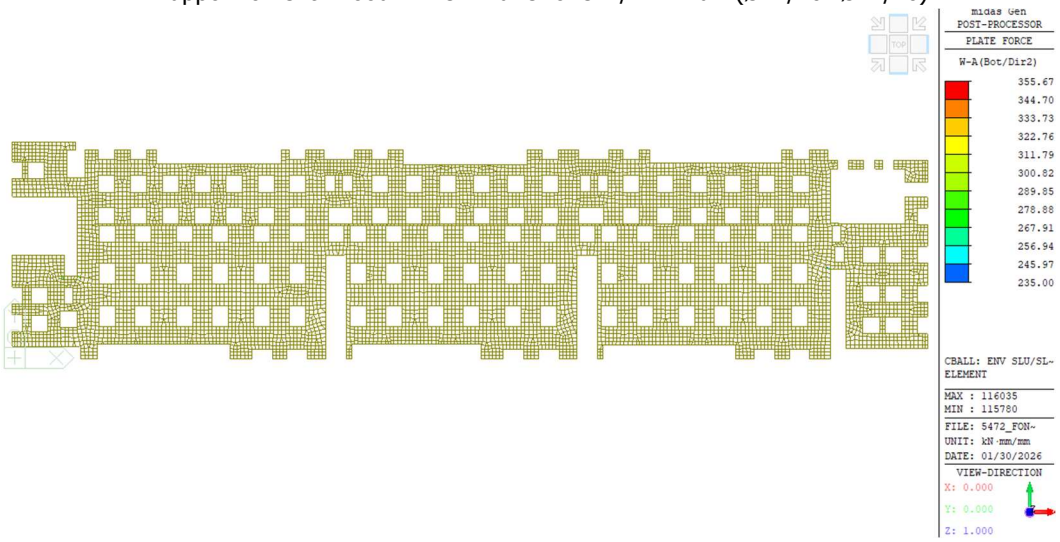
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup Mrd - (Ø12/20+Ø24/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup Mrd - (Ø12/20+Ø24/20)

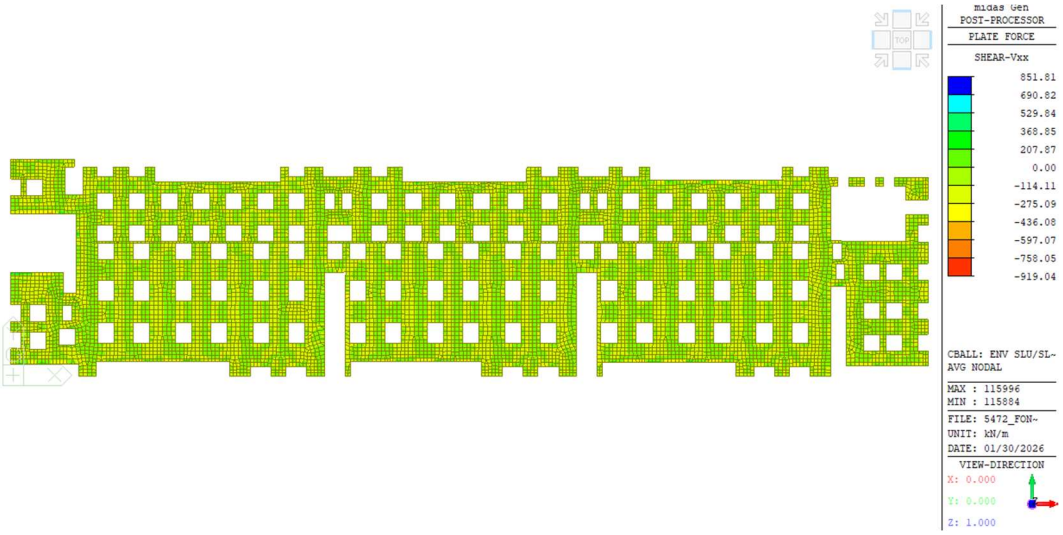


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø12/20+Ø24/20)

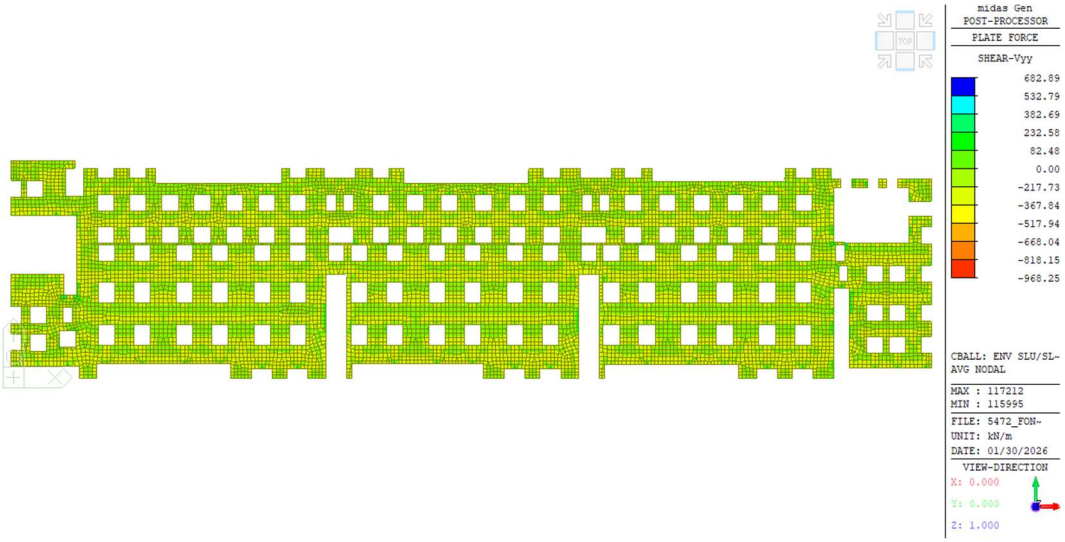


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø12/20+Ø24/20)

È stata realizzata una cerniera cilindrica lungo il giunto di separazione tra il plinto con spessore 100 cm, e la platea con spessore 30 cm, in modo che tra i due elementi si verifichi solo la trasmissione di forze di taglio; in queste zone è necessario prevedere adeguati armature a taglio.

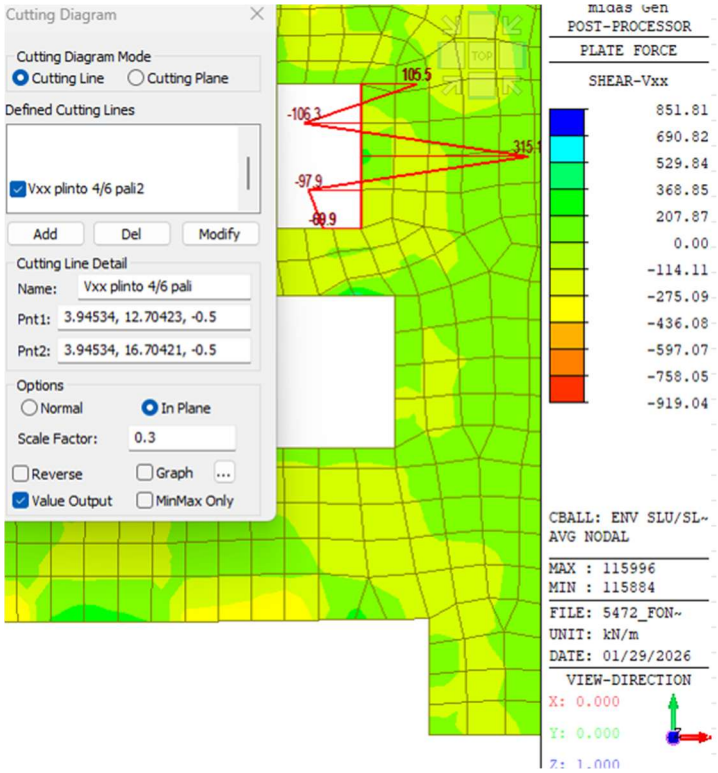


Inviluppo azione di taglio Vxx (riferita al piano y-z)



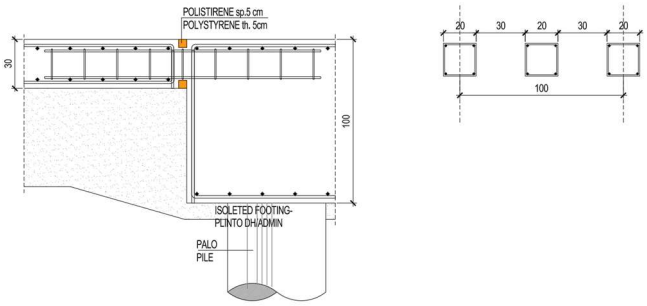
Inviluppo azione di taglio Vyy (riferita al piano x-z)

Di seguito sono riportati le verifiche di taglio nelle sezioni sottoposte alle sollecitazioni maggiori.



Inviluppo azioni di taglio Vxx

Nel tratto sottoposto a sollecitazioni maggiori, l'azione di taglio media è pari a 150 kN/m.
L'armatura è costituita da staffe con una distanza tra loro di 50 cm, come illustrato di seguito.



La resistenza a taglio viene calcolata come segue.

C35/45				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
1000	200	25	175	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
201.06	0.00		5.09	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
1000	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
150	154.89		574.74	
VERIFICATO				

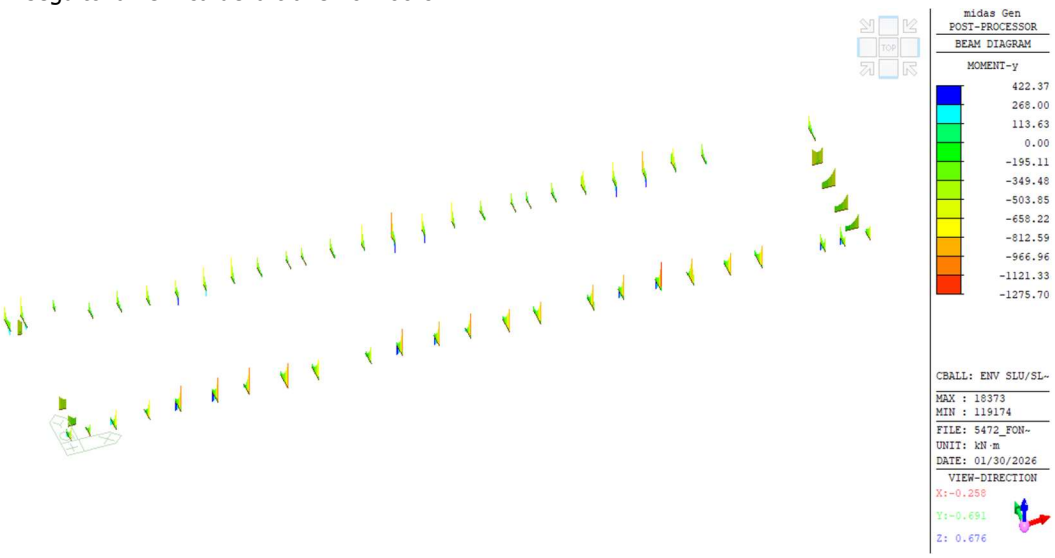
L'armatura longitudinale richiesta è pari a

$$A_{sl} = \frac{V_{Ed} \cdot cot\theta}{f_{yd} \cdot 2} = \frac{150 \cdot 2.50}{391.3 \cdot 2} 10 = 4.79\ cm^2/m$$

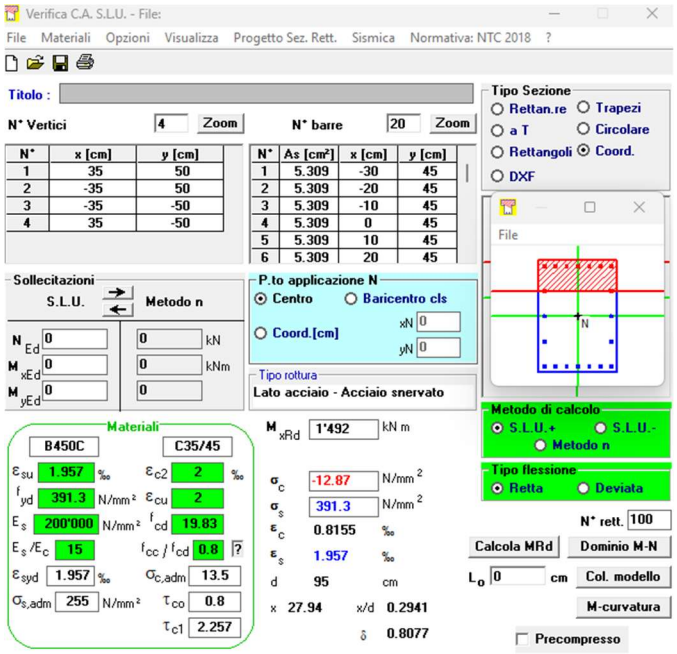
8Ø12 sono disposti per metro, la cui superficie è pari a 9.04 cm2/m.

L'armatura si estende, su entrambi i lati, per una lunghezza pari alla lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali (Lanc, Ø12 = 50 cm).

Di seguito la verifica della trave 70x100 cm

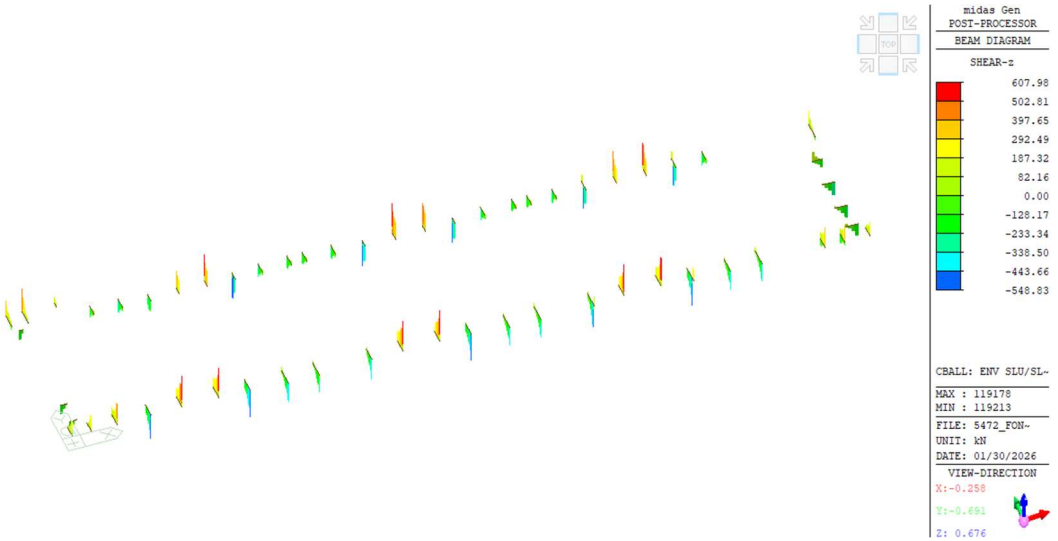


Travi 70x100 cm - Momento flettente – inviluppo SLU/SLV



Resistenza alla flessione negativa/positive

Verifica momento flettente soddisfatta.



Travi 70x100 cm – azione di taglio – inviluppo SLU/SLV

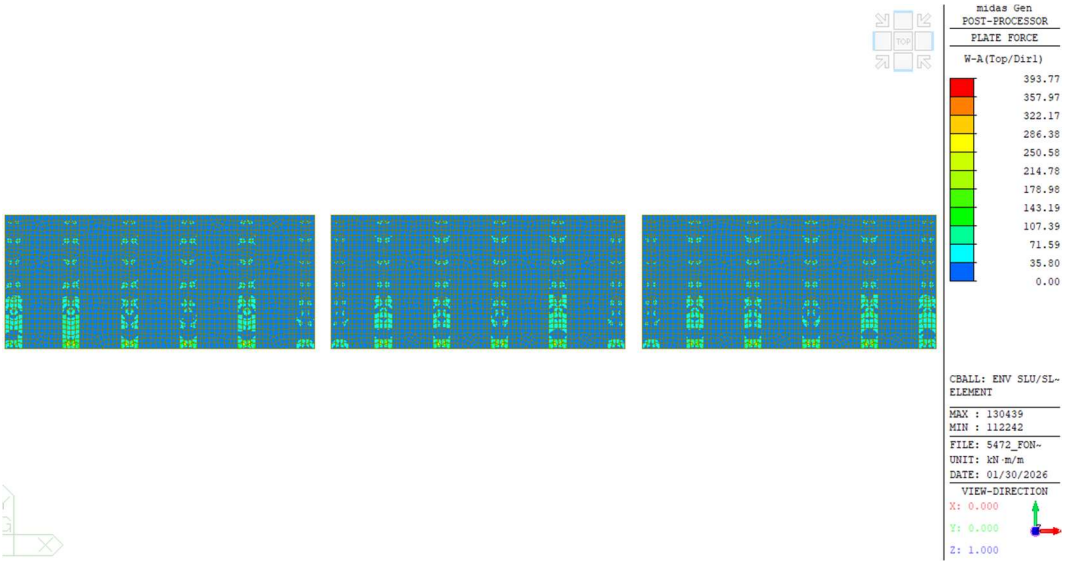
C35/45				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
700	1000	25	975	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
201.06	0.00		4.22	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
700	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
608	862.98		2241.48	
VERIFICATO				

Resistenza al taglio

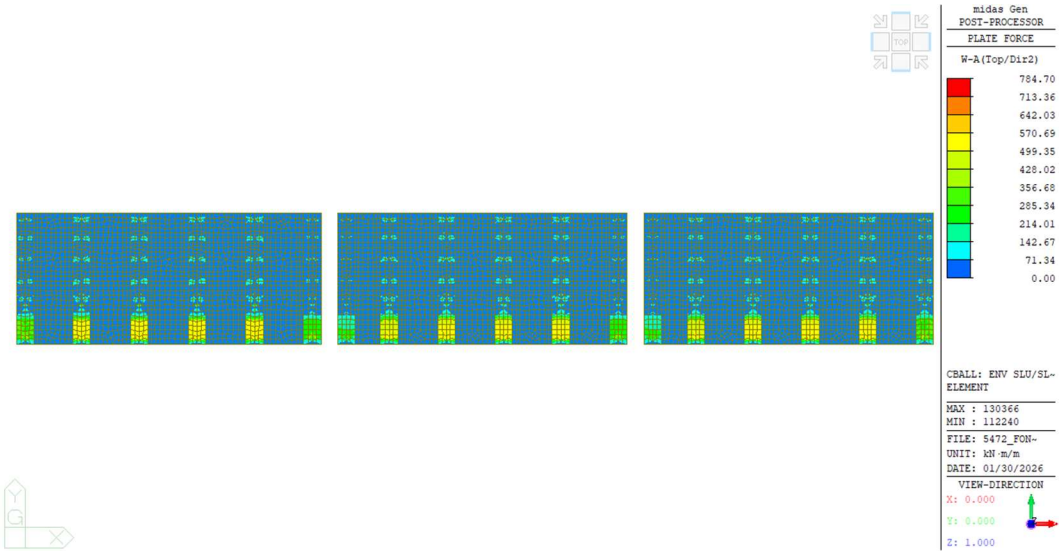
Verifica di taglio soddisfatta.

17.4 Verifiche strutturali gantry esterno

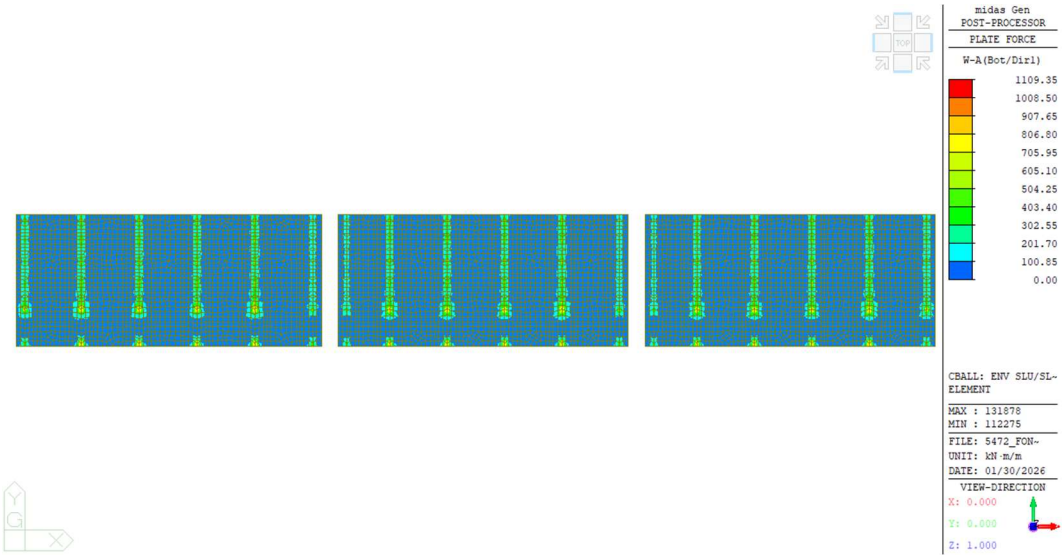
Di seguito sono riportati gli inviluppi di momenti Wood-Armer della Fondazione del gantry.



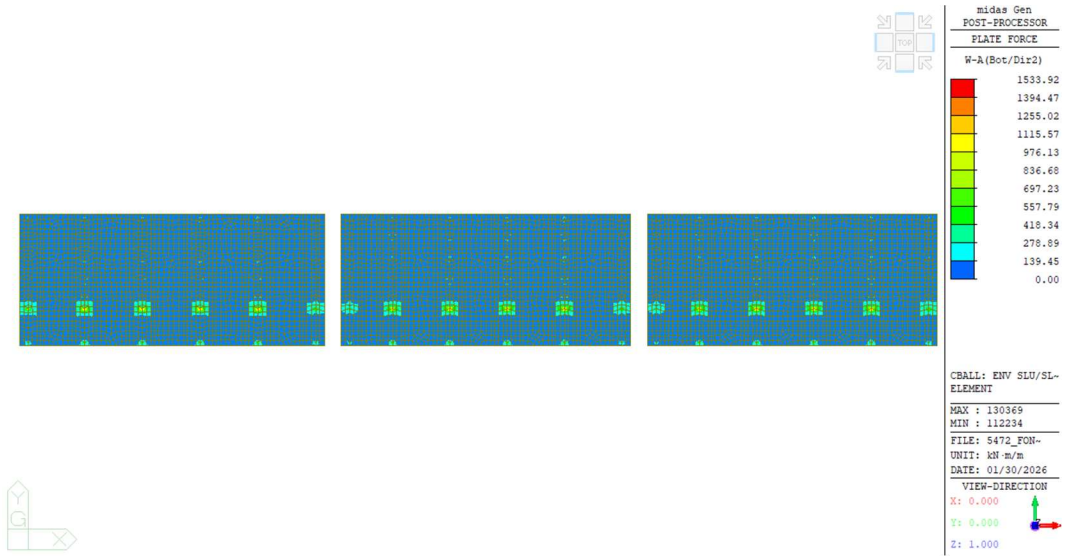
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

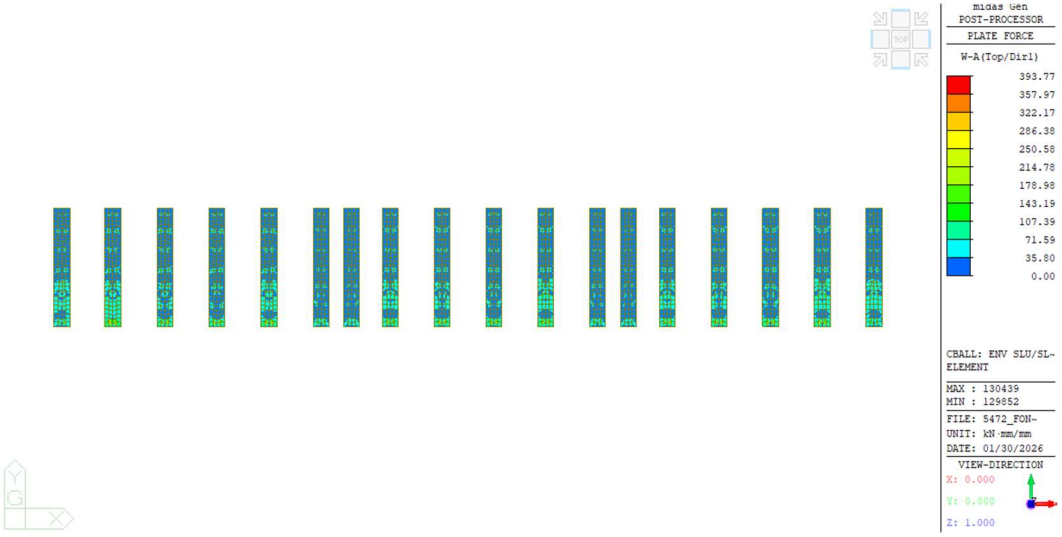


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

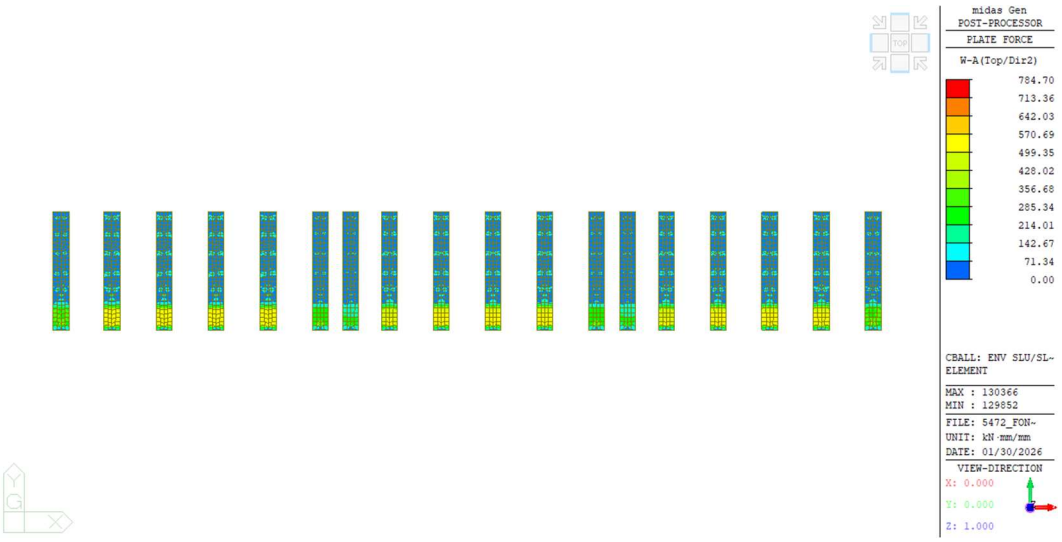
A fini di maggiore chiarezza, di seguito sono riportate le verifiche relative ai diversi elementi strutturali tipologici delle fondazioni.

17.4.1 Plinto h=0.5m

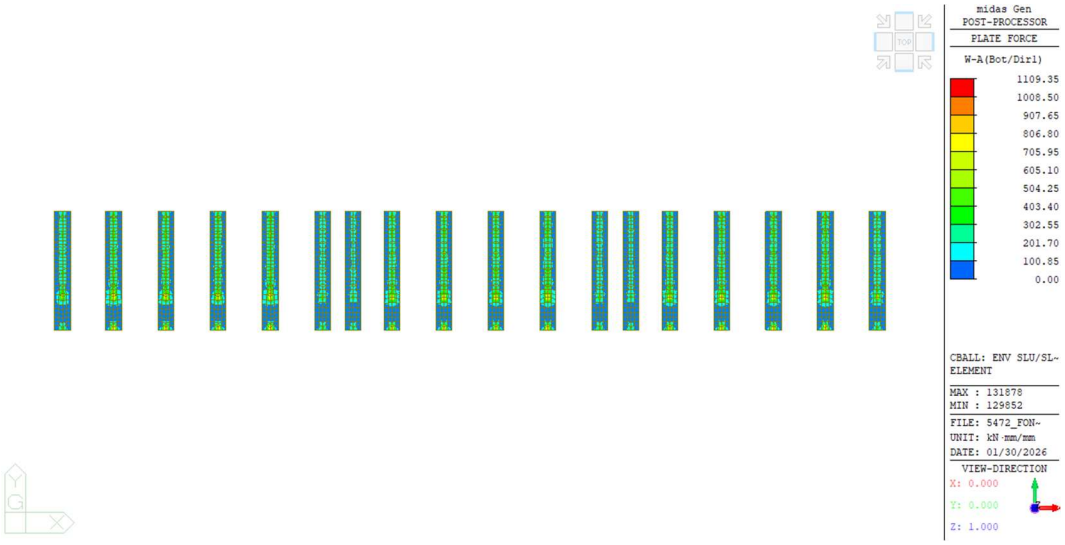
Di seguito si riporta la verifica strutturale.



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup

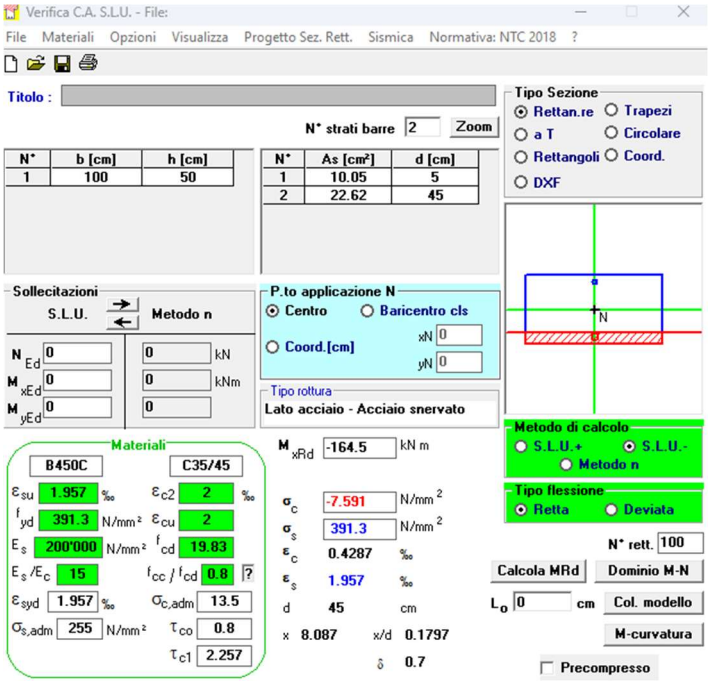


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup

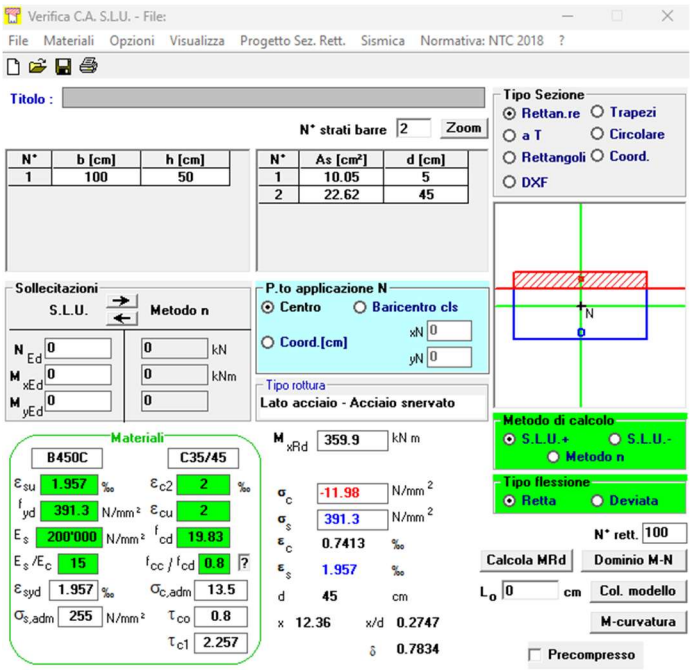


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

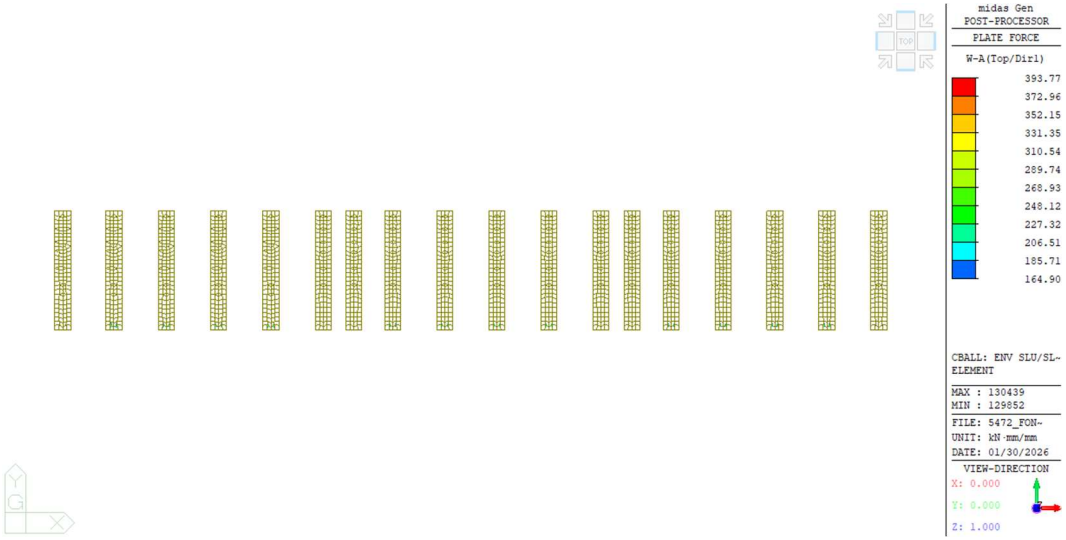


Resistenza flessione negativa (Ø16/20)

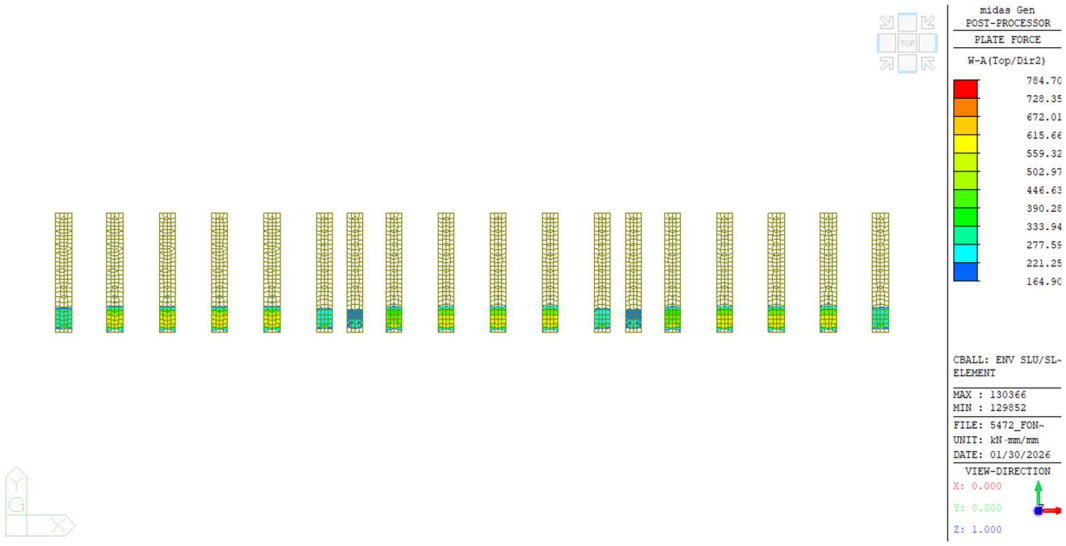


Resistenza flessione positiva (Ø24/20)

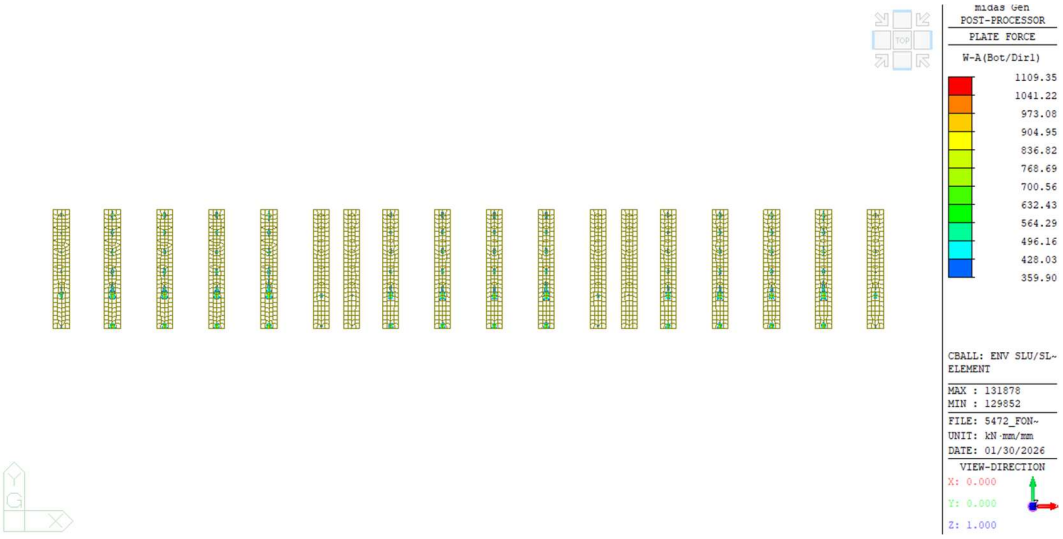
Di seguito sono riportati i momenti flettenti di resistenza filtrati sopra calcolato.



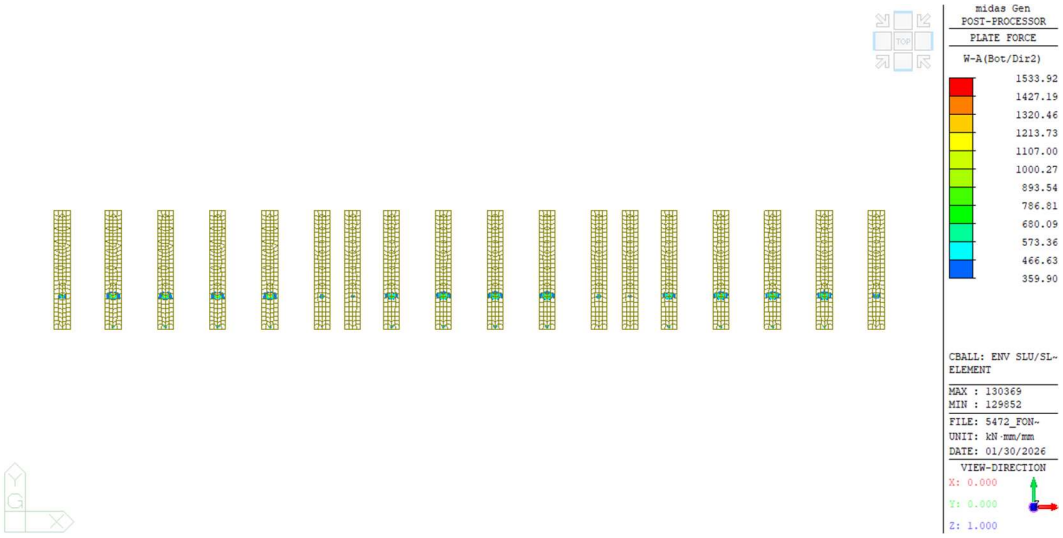
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup - Mrd(Ø16/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup - Mrd(Ø16/20)

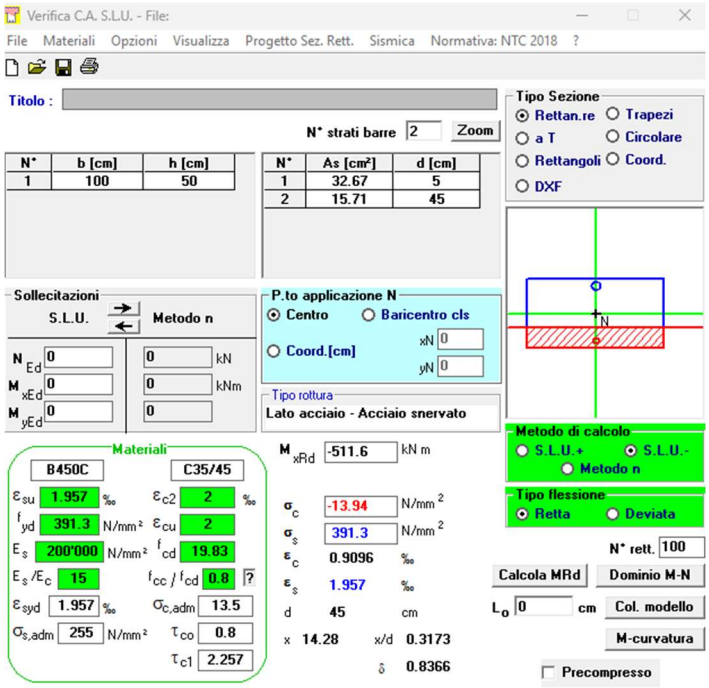


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø24/20)

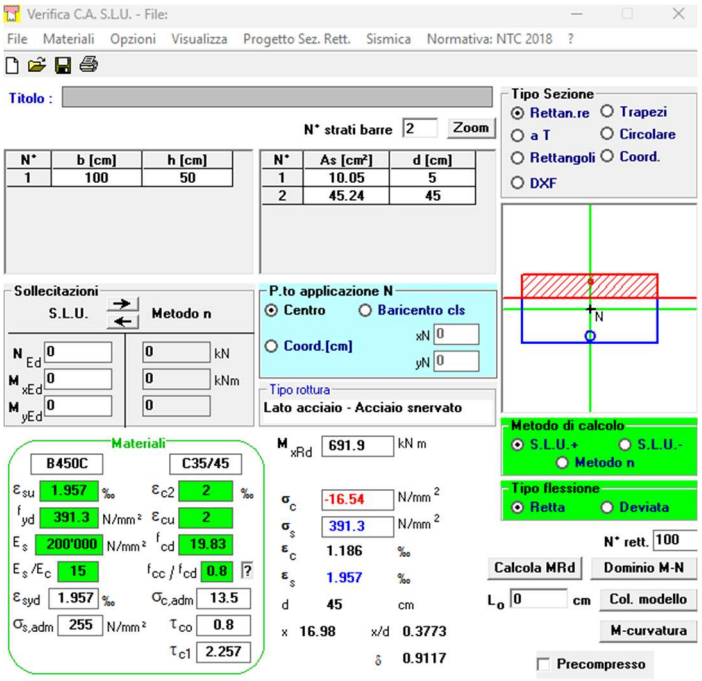


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø24/20)

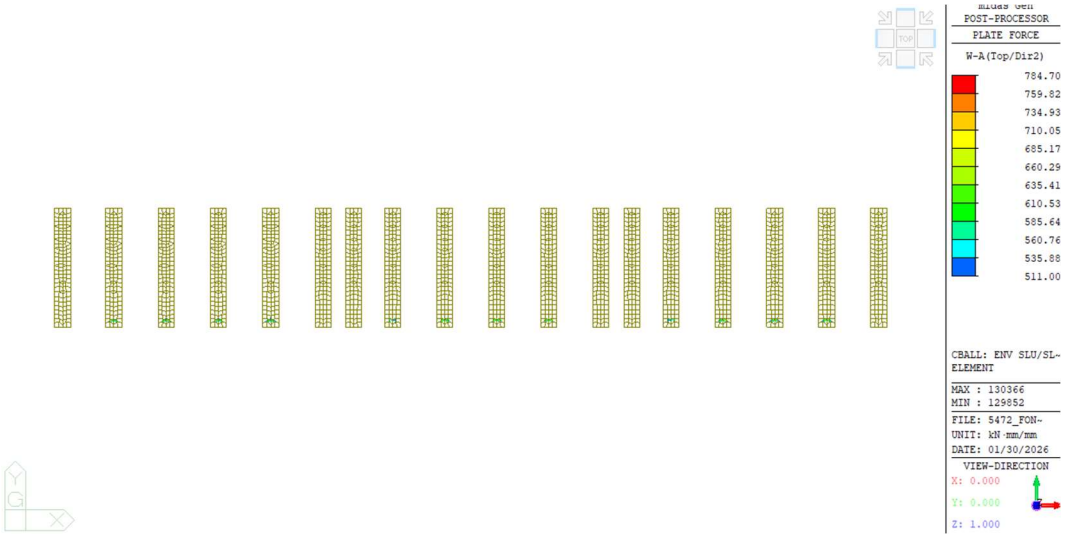
Nella parte superiore e inferiore, nelle zone non coperte, è necessario l'inserimento di armature aggiuntive di Ø24/20.



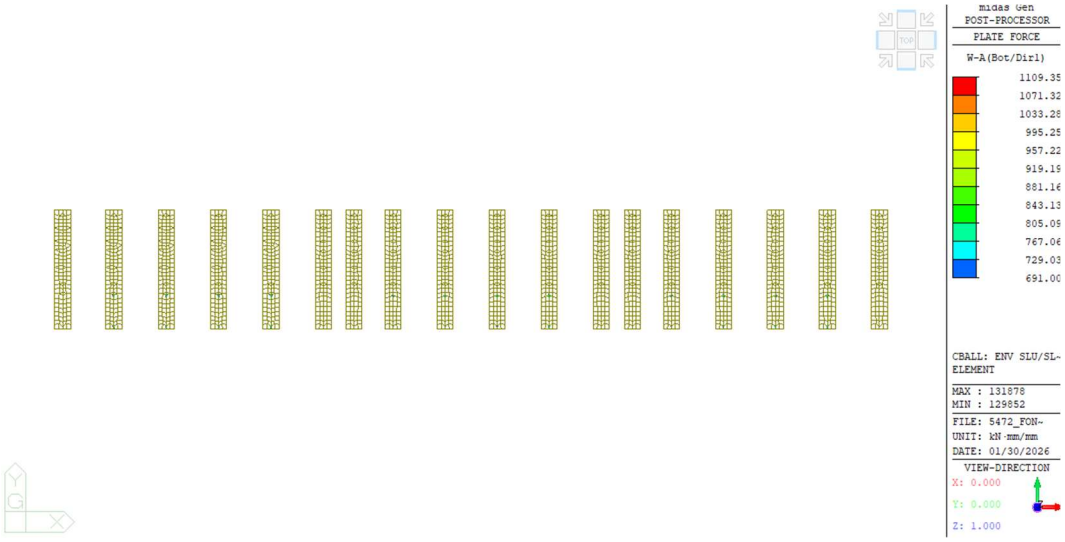
Resistenza flessione negativa (Ø16/20+Ø24/20)



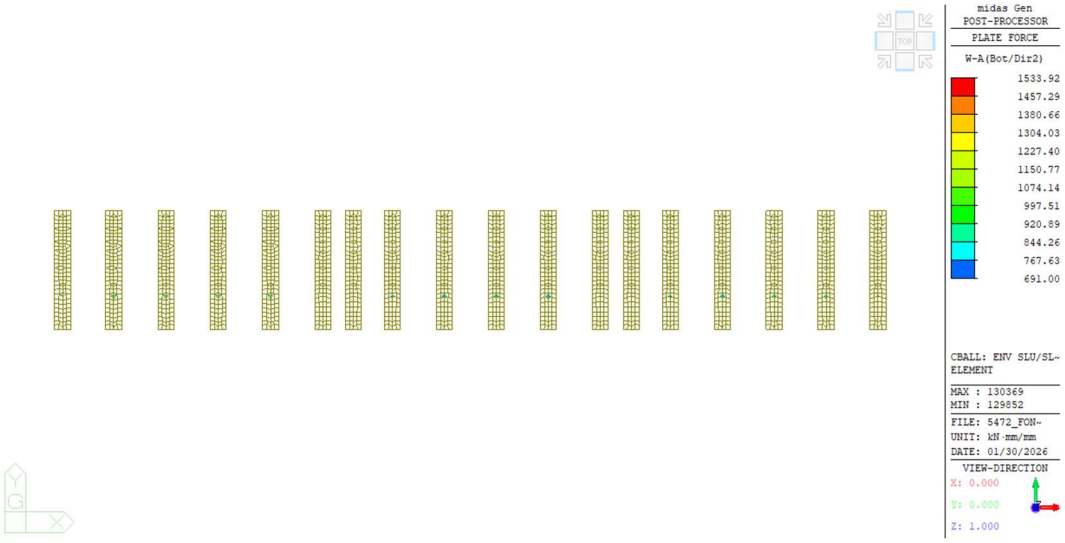
Resistenza flessione positiva (Ø24/20+Ø24/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup Mrd - (Ø16/20+Ø24/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø24/20+Ø24/20)

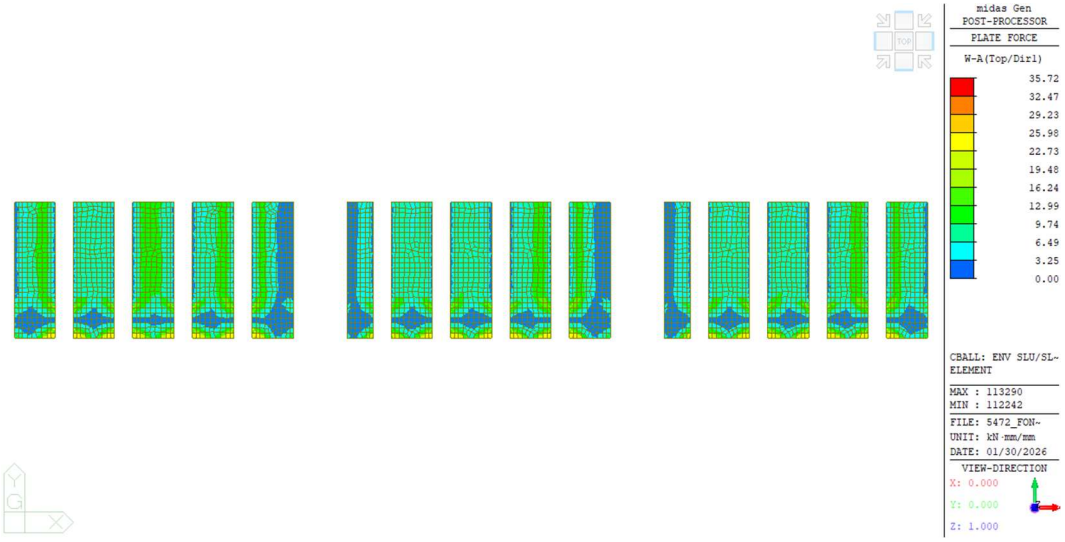


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø24/20+Ø24/20)

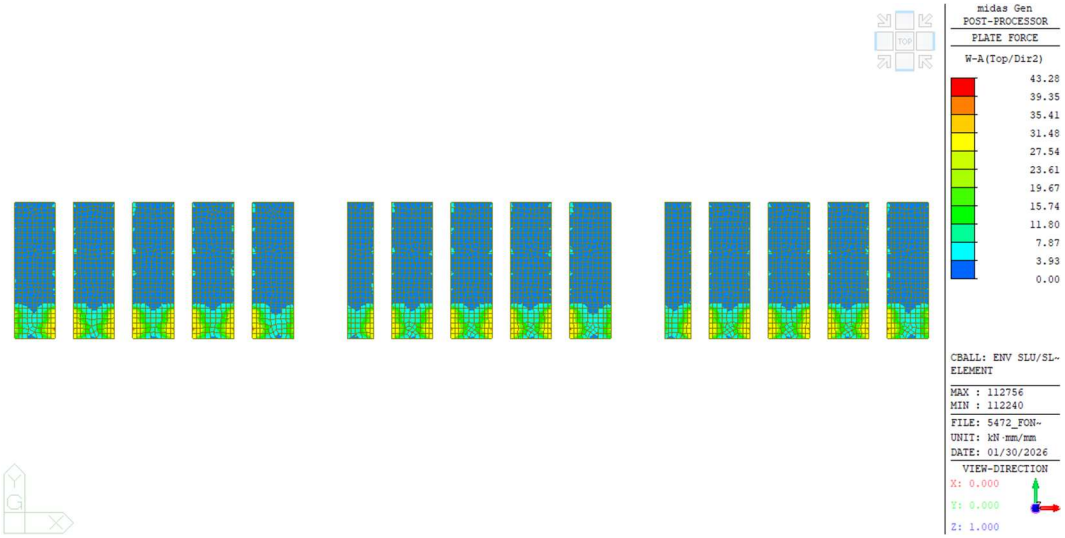
Nelle aree non coperte, ai bordi delle colonne/pareti, le verifiche sono soddisfatte con la media integrale.

17.4.2 Platea con spessore di 20cm

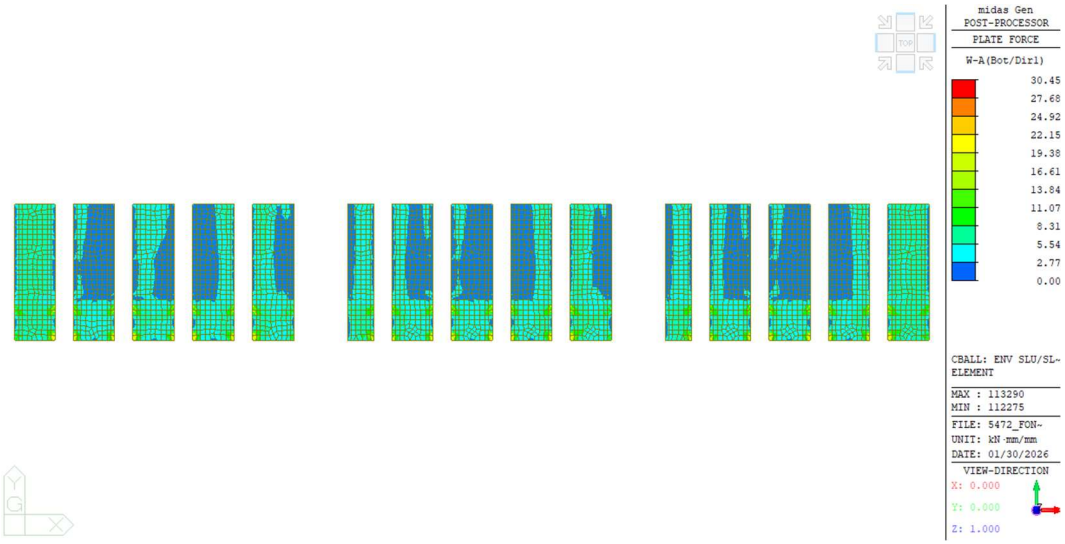
Di seguito la verifica strutturale.



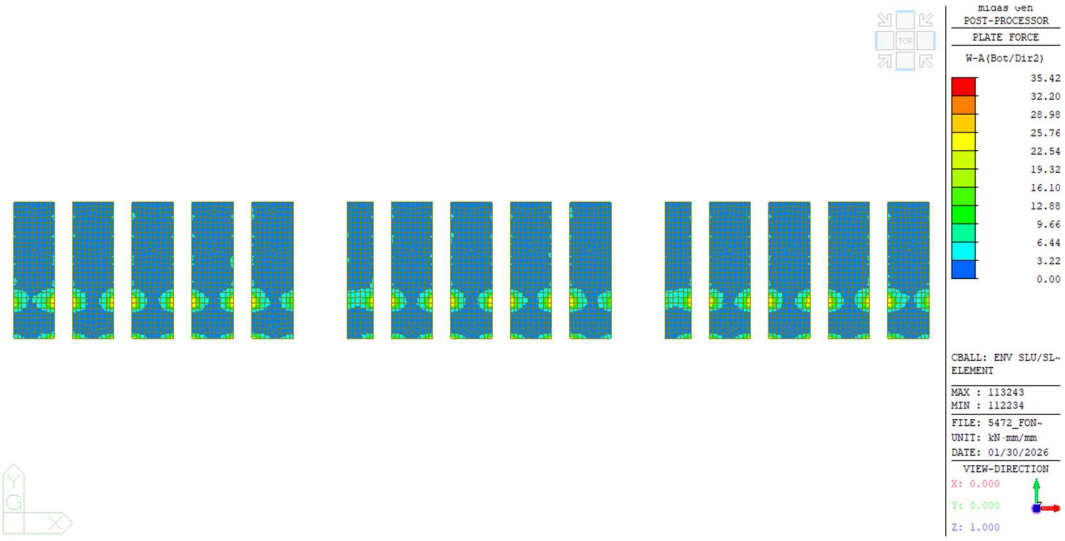
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup



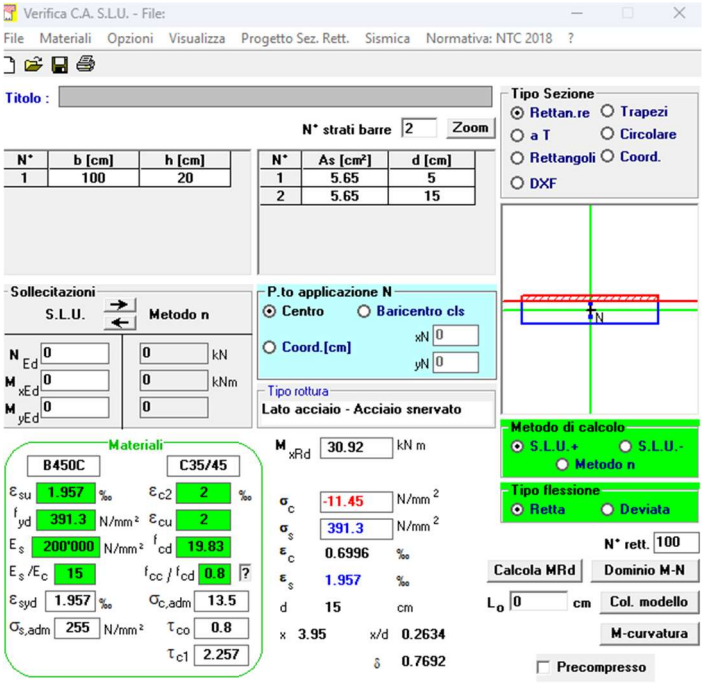
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf

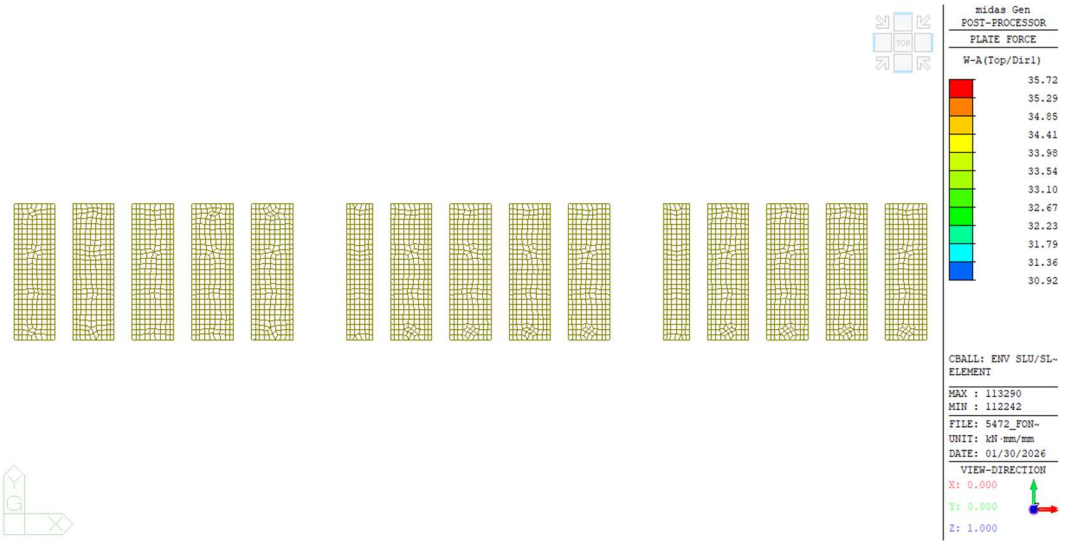


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf

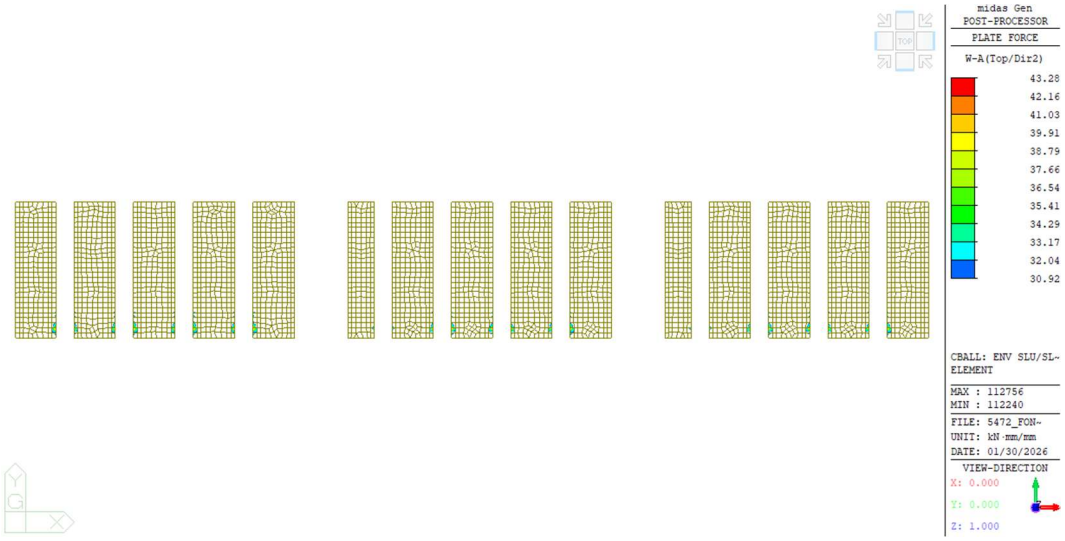


Resistenza alla flessione negativa/positiva (Ø12/20)

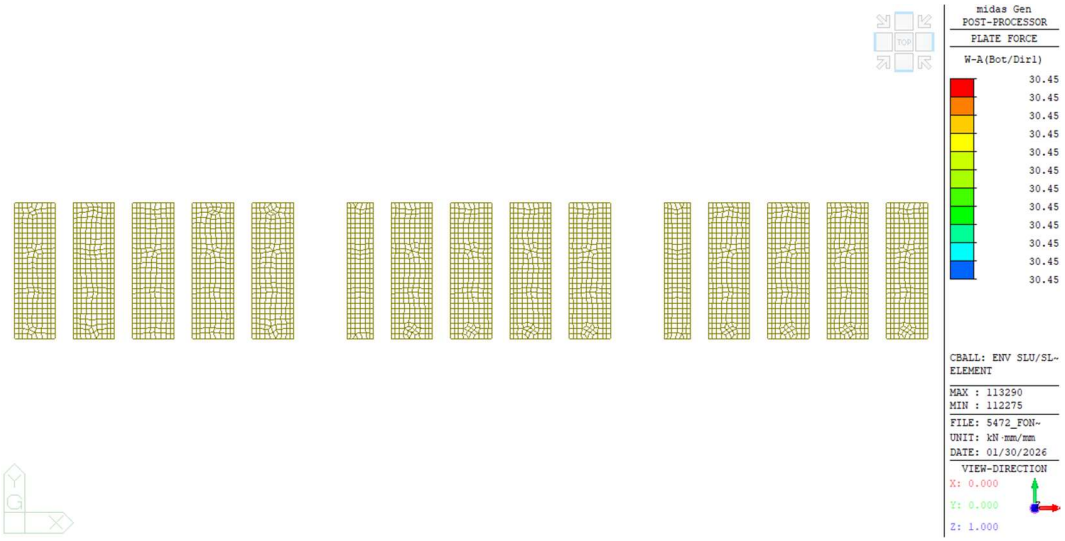
Di seguito sono riportati i momenti flettenti di resistenza filtrati sopra calcolato.



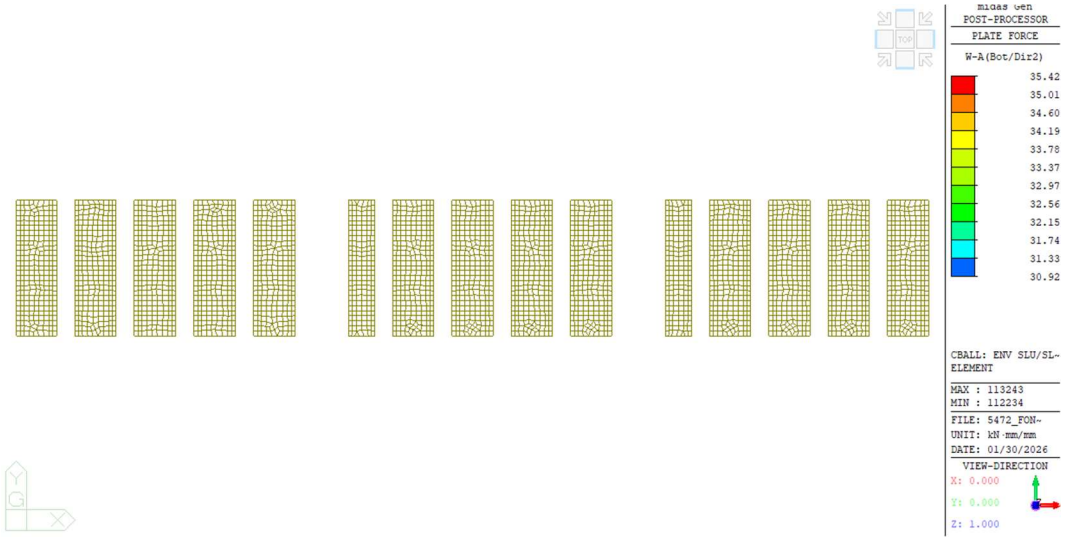
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / sup – Mrd(Ø12/20)



Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / sup – Mrd(Ø12/20)

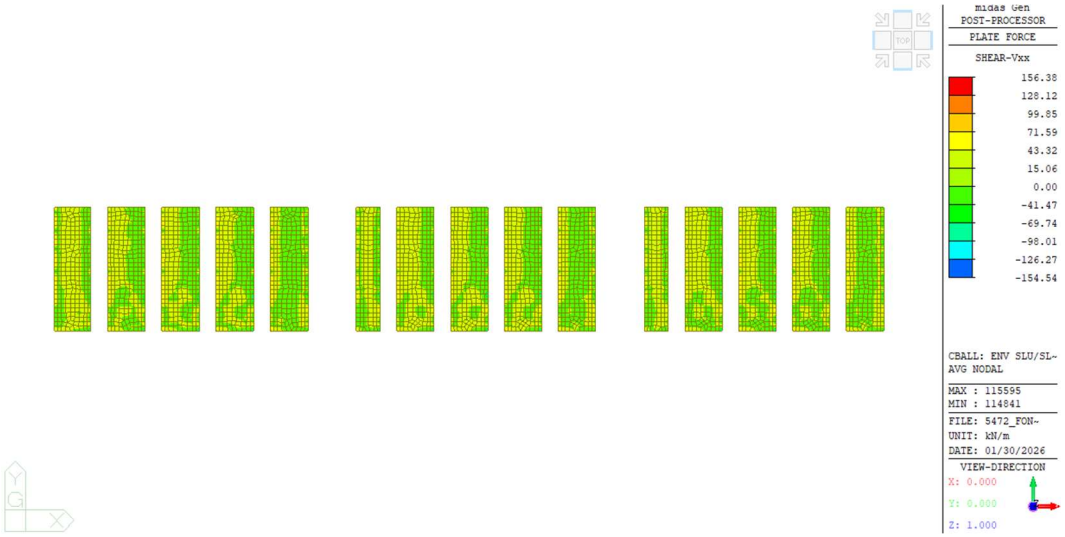


Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione x / inf Mrd - (Ø12/20)



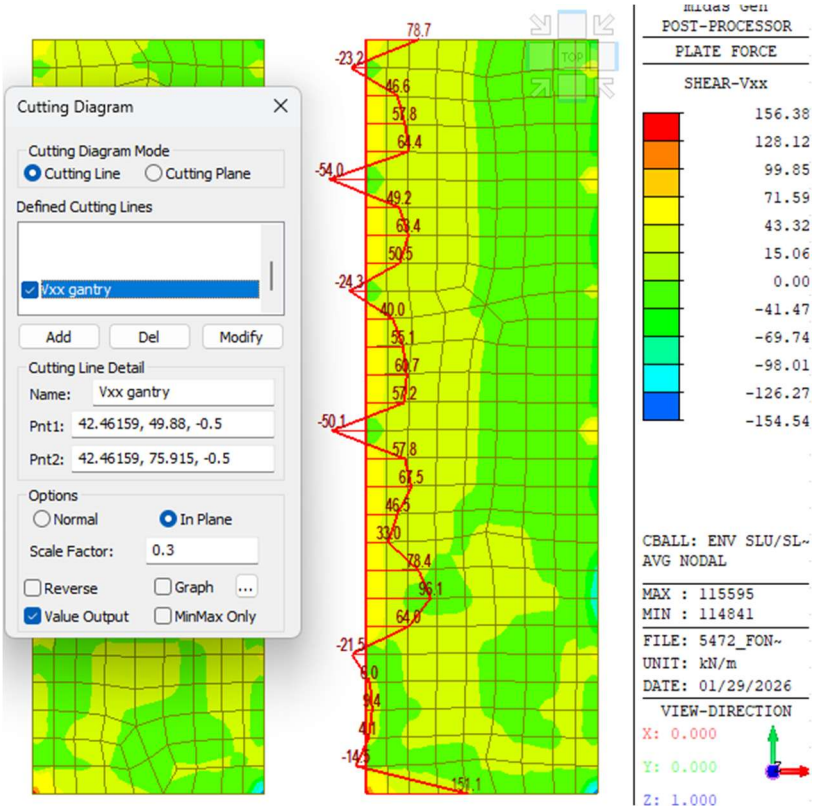
Inviluppo momenti Wood-Armer in direzione y / inf Mrd - (Ø12/20)

È stata realizzata una cerniera cilindrica lungo il filo di separazione tra il plinto spesso 50 cm e la fondazione di 20 cm di spessore, in modo che tra i due elementi si verifichi solo la trasmissione di forze di taglio; in queste zone è necessario prevedere adeguati rinforzi a taglio.



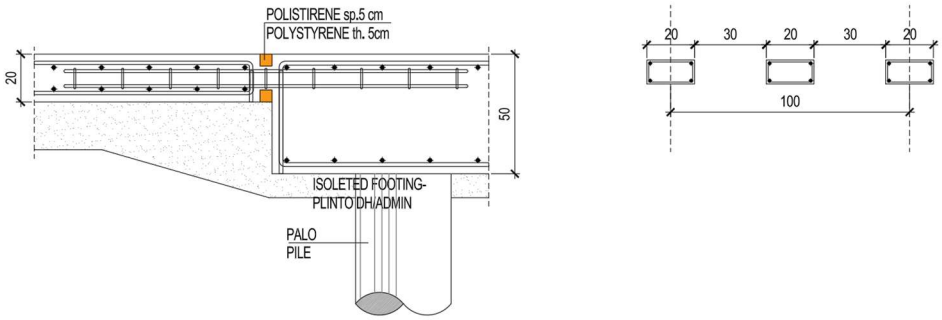
Inviluppo azione di taglio Vxx (riferita al piano y-z)

Di seguito sono riportati le verifiche a taglio nelle sezioni sottoposte alle sollecitazioni maggiori.



Inviluppo azione di taglio Vxx

Nel tratto sottoposto alle sollecitazioni maggiori, l'azione di taglio media è pari a 50,1 kN/m.
L'armatura è costituita da staffe con interasse di 50 cm, come illustrato di seguito.



La resistenza al taglio viene calcolata di seguito.

C35/45				
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
1000	100	25	75	200
α [°]	cotgα	sinα	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm^2]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	cotgθ (VRsd=VRcd)	cotgθ
201.06	0.00		5.09	2.50
b_w [mm]	ν	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm^2]	α_c
1000	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
50.1	66.38		246.32	
VERIFICATO				

L'armatura longitudinale richiesta è pari a

$$A_{sl} = \frac{V_{Ed} \cdot cot\,\theta}{f_{yd} \cdot 2} = \frac{50 \cdot 2.50}{391.3 \cdot 2} 10 = 1.60\ cm^2/m$$

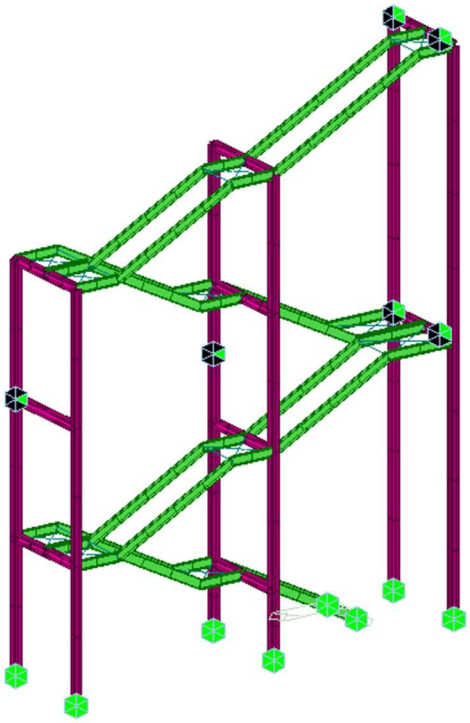
Sono disposti 8Ø12 per metro, a cui superficie è pari a 9.04 cm2/m.

L'armatura si estende, su entrambi i lati, per una lunghezza pari alla lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali (Lanc, Ø12 L= 50 cm).

18. SCALE ESTERNE IN ACCIAIO

Di seguito sono riportati le verifiche della scala esterna in acciaio.
Lo schema statico è costituito da pilastri incastrati alla fondazione, rampe semplicemente appoggiate ai pilastri e alle travi trasversali dei pianerottoli, nonché da controventi verticali e orizzontali. Inoltre, i pilastri sono vincolati, solo per le azioni orizzontali, alla data hall di ogni piano.
Per l'azione sismica è stato preso in considerazione lo spettro elastico SLV.
La struttura consiste in

- Colonne HEA200;
- Travi trasversali tra la colonna e i pianerottoli HEA200;
- Rampe UPN240
- Controventi di piano Ø16



Modello 3D FEM

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in termini di forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti e verifiche strutturali.

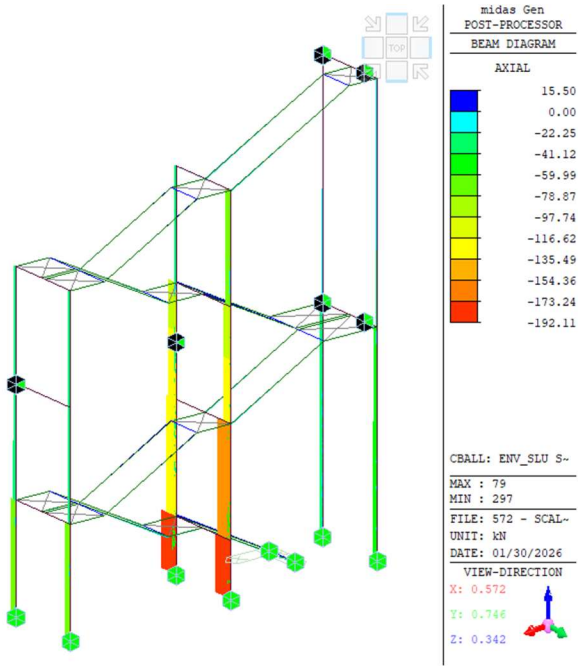
EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	20.7517	3.3027	0.3028	0.0000e+00
2	27.1872	4.3270	0.2311	0.0000e+00
3	32.5055	5.1734	0.1933	0.0000e+00
4	33.8781	5.3919	0.1855	0.0000e+00
5	34.8472	5.5461	0.1803	0.0000e+00
6	36.2778	5.7738	0.1732	0.0000e+00
7	38.9190	6.1942	0.1614	0.0000e+00
8	46.5790	7.4133	0.1349	0.0000e+00
9	47.7049	7.5925	0.1317	0.0000e+00
10	50.8343	8.0905	0.1236	0.0000e+00
11	53.1178	8.4540	0.1183	0.0000e+00
12	57.0722	9.0833	0.1101	0.0000e+00
13	60.9935	9.7074	0.1030	0.0000e+00
14	73.2493	11.6580	0.0858	0.0000e+00
15	75.5500	12.0242	0.0832	0.0000e+00
16	81.4205	12.9585	0.0772	0.0000e+00
17	99.4659	15.8305	0.0632	0.0000e+00
18	108.9950	17.3471	0.0576	0.0000e+00
19	141.0894	22.4551	0.0445	0.0000e+00
20	207.0809	32.9580	0.0303	0.0000e+00
21	230.5279	36.6897	0.0273	0.0000e+00

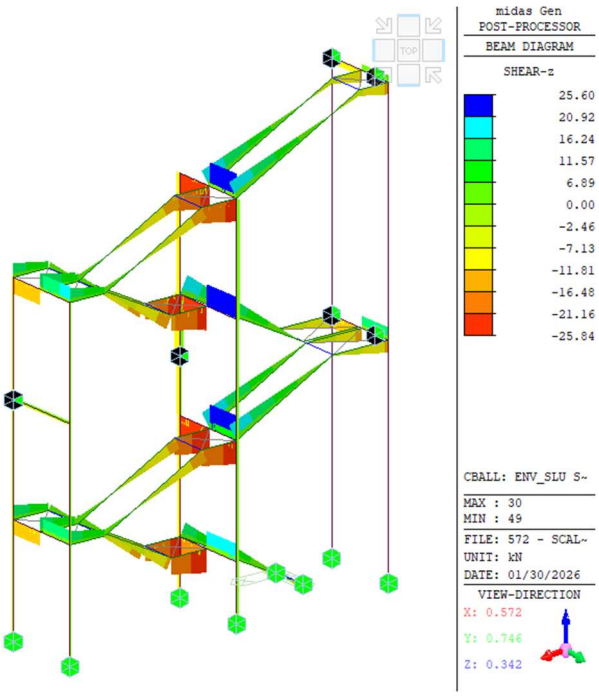
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0036	0.0036	26.1438	26.1438	0.0002	0.0002	36.0854	36.0854	0.0015	0.0015	0.1132	0.1132
2	0.0001	0.0037	1.5716	27.7154	0.0000	0.0002	1.0735	37.1588	0.0007	0.0022	14.4900	14.6032
3	0.0521	0.0557	22.4767	50.1921	0.0009	0.0011	13.2627	50.4215	0.0436	0.0458	12.7472	27.3505
4	0.0027	0.0585	0.0183	50.2104	0.0003	0.0014	0.0374	50.4590	0.0032	0.0490	0.0168	27.3673
5	0.0001	0.0586	0.9924	51.2027	0.0001	0.0015	0.8190	51.2779	0.0874	0.1364	1.1191	28.4864
6	0.0582	0.1168	0.0179	51.2206	0.0002	0.0017	0.8389	52.1168	0.0735	0.2099	0.0421	28.5284
7	0.0064	0.1231	0.0518	51.2724	0.0004	0.0022	0.1937	52.3105	0.2291	0.4390	0.0645	28.5929
8	1.2049	1.3280	9.6921	60.9645	0.0187	0.0209	2.4498	54.7602	0.0003	0.4392	8.4082	37.0011
9	11.8332	13.1612	4.5721	65.5366	0.0179	0.0388	0.3614	55.1216	0.1820	0.6213	2.0263	39.0274
10	2.5517	15.7129	1.6945	67.2312	0.3005	0.3392	0.2402	55.3618	0.1523	0.7736	0.0356	39.0630
11	3.0866	18.7994	0.8670	68.0982	0.0003	0.3395	2.0859	57.4477	2.8994	3.6729	0.0053	39.0684
12	0.5195	19.3189	4.0898	72.1880	0.0188	0.3582	6.1750	63.6227	0.0017	3.6746	1.4755	40.5439
13	0.9200	20.2389	0.0737	72.2617	14.5804	14.9387	0.0555	63.6782	8.5706	12.2453	0.0475	40.5913
14	12.3523	32.5912	1.0171	73.2787	0.2350	15.1737	0.0849	63.7631	0.0622	12.3075	0.2942	40.8855
15	0.0940	32.6852	0.0757	73.3544	38.9770	54.1507	0.0050	63.7682	2.0093	14.3168	0.3542	41.2397
16	0.4753	33.1606	10.4328	83.7872	0.8194	54.9701	1.1748	64.9430	0.0002	14.3169	2.5271	43.7667
17	8.4649	41.6254	0.0001	83.7873	6.2284	61.1985	0.6499	65.5929	4.8531	19.1701	0.0441	43.8108
18	26.4070	68.0324	0.0081	83.7954	1.6222	62.8207	1.0029	66.5958	0.1006	19.2706	0.6315	44.4424
19	0.1224	68.1548	10.8528	94.6482	0.0595	62.8802	0.5428	67.1386	0.0001	19.2707	18.9096	63.3519
20	23.1511	91.3059	0.0418	94.6900	0.0509	62.9311	0.5050	67.6436	4.3172	23.5879	0.7528	64.1047
21	0.1863	91.4923	0.0023	94.6923	25.5466	88.4777	0.6995	68.3431	0.0057	23.5936	0.3143	64.4190

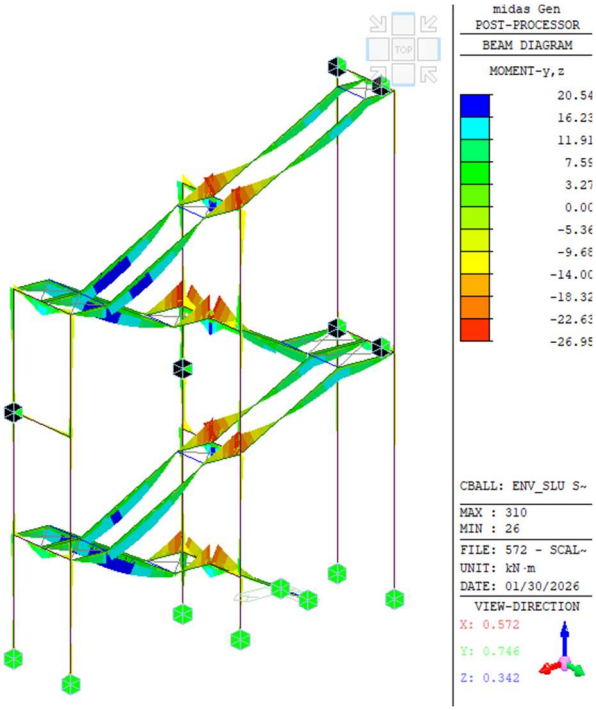
Periodi di vibrazione e masse partecipanti



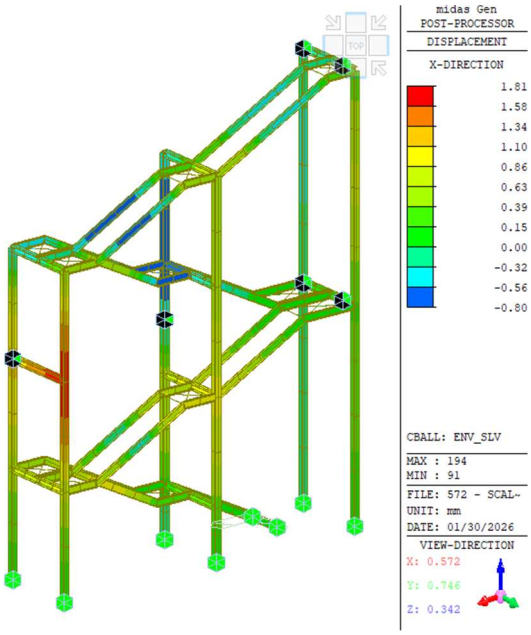
Azione assiale – Inviluppo SLU/SLV



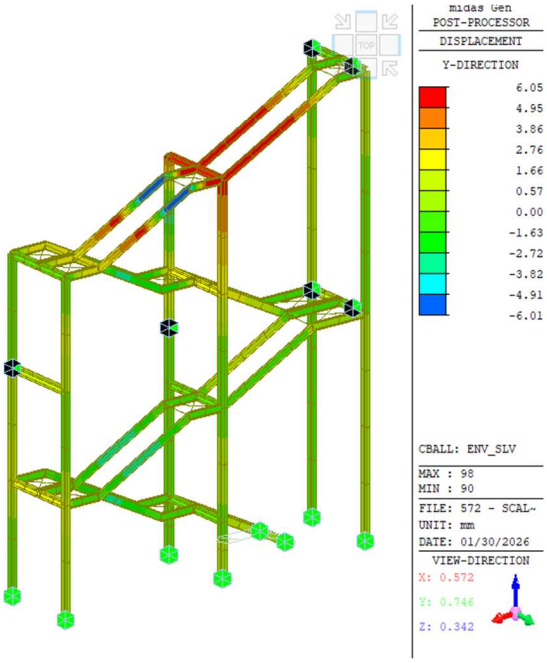
Azione di taglio – Inviluppo SLU/SLV



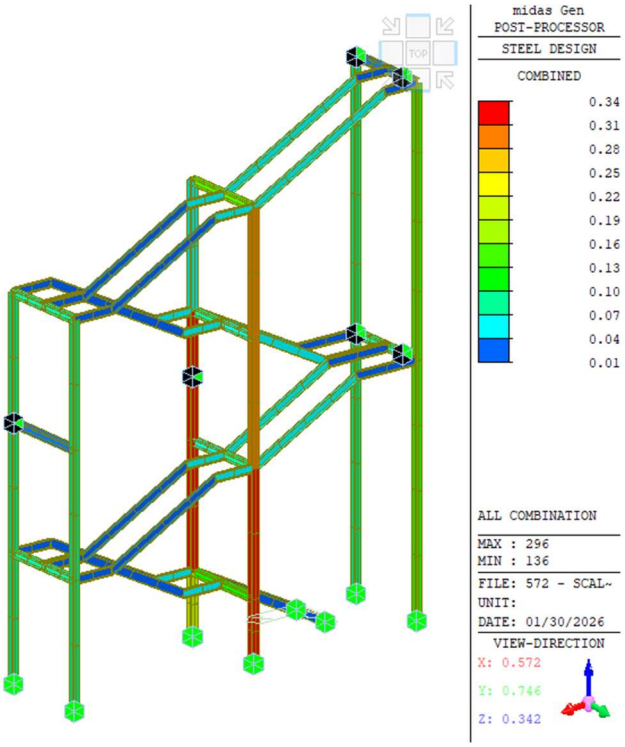
Momento flettente – Inviluppo SLU/SLV



Spostamento SLV – direzione X



Spostamento SLV – direzione Y



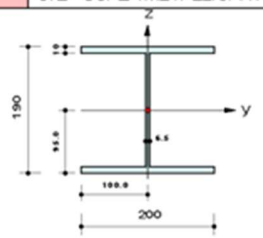
Verifica progettuale: coefficiente di utilizzo

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	ANTONIO	File Name	572 - SCALA METALLICA TRA LE DH.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, mm
Member No 296
Material S355 (No:1)
(Fy = 0.35500, Es = 210.000)
Section Name HEA200 (No:1)
(Rolled : HEA200).
Member Length : 7000.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -124.32 (LCB: 1, POS:I)
Bending Moments My = -5361.1, Mz = -1686.3
End Moments Myi = -5361.1, Myj = 5874.99 (for Lb)
Myi = -5361.1, Myj = 6132.43 (for Ly)
Mzi = -1686.3, Mzj = 3413.12 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -1.4085 (LCB: 1, POS:1/2)
Fzz = -7.9473 (LCB: 8, POS:3/4)

Depth	190.000	Web Thick	6.50000
Top F Width	200.000	Top F Thick	10.0000
Bot F Width	200.000	Bot F Thick	10.0000
Area	5380.00	Asz	1235.00
Qyb	31304.8	Qzb	5000.00
Iyy	36900000	Izz	13400000
Ybar	100.000	Zbar	95.0000
Wely	389000	Welz	134000
ry	82.8000	rz	49.8000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 3500.00, Lz = 7000.00, Lb = 7000.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Result

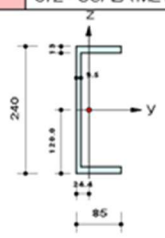
Slenderness Ratio
KL/r = 149.6 < 200.0 (Memb:72, LCB: 1)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 124.320/411.315 = 0.302 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 5361/ 145381 = 0.037 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 1686.3/68226.1 = 0.025 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.341 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.002 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.023 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	ANTONIO	File Name	572 - SCALA METALLICA TRA LE DH.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, mm
Member No 26
Material S355 (No:1)
(Fy = 0.35500, Es = 210.000)
Section Name UPN240 (No:2)
(Rolled : UPN240).
Member Length : 1200.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 0.28057 (LCB: 1, POS:I)
Bending Moments My = -26950, Mz = -97.430
End Moments Myi = -26950, Myj = -2749.7 (for Lb)
Myi = -26950, Myj = -2749.7 (for Ly)
Mzi = -97.430, Mzj = -1.1016 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -0.2150 (LCB: 8, POS:I)
Fzz = -23.895 (LCB: 1, POS:I)

Depth	240.000	Web Thick	9.50000
Top F Width	85.0000	Top F Thick	13.0000
Bot.F Width	85.0000	Bot.F Thick	13.0000
Area	4230.00	Asz	2280.00
Qyb	18926.3	Qzb	1835.43
Iyy	36000000	Izz	2480000
Ybar	24.4124	Zbar	120.000
Wely	300000	Welz	39600.0
ry	92.2000	rz	24.2000

3. Design Parameters

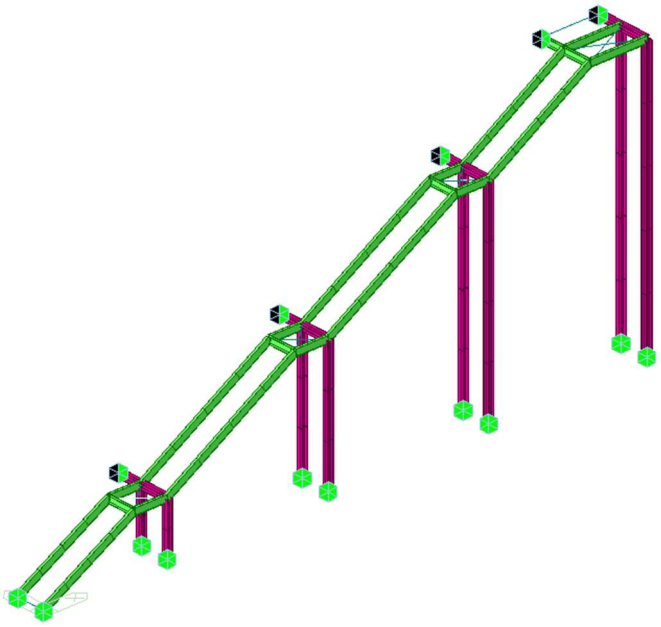
Unbraced Lengths Ly = 1200.00, Lz = 1200.00, Lb = 1200.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio
KL/r = 195.9 < 200.0 (Memb:61, LCB: 1)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/Nt_Rd = 0.28/1430.14 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 26950/ 121038 = 0.223 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 97.4/28680.1 = 0.003 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM)] = 0.053 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.001 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.053 < 1.000 ..... O.K

Di seguito sono riportati le verifiche della scala esterna in acciaio.
Lo schema statico è costituito da pilastri incastrati alla fondazione, rampe semplicemente appoggiate ai pilastri e alle travi trasversali dei pianerottoli, nonché da controventi verticali e orizzontali. Inoltre, i pilastri sono vincolati, solo per le azioni orizzontali, alla data hall di ogni piano.
Per l'azione sismica è stato preso in considerazione lo spettro elastico SLV.
La struttura consiste in

- Colonne HEA200;
- Travi trasversali tra la colonna e i pianerottoli HEA200;
- Rampe UPN240
- Controventi orizzontali Ø16



Modello 3D FEM

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti in termini di forme modali, inviluppo delle forze interne, spostamenti e verifiche strutturali.

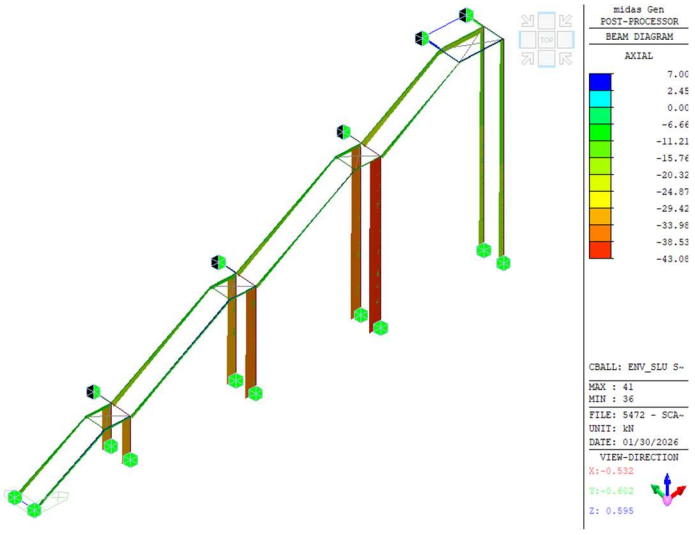
EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	29.3240	4.6671	0.2143	0.0000e+00
2	29.6933	4.7258	0.2116	0.0000e+00
3	30.0151	4.7771	0.2093	0.0000e+00
4	30.1158	4.7931	0.2086	0.0000e+00
5	45.3468	7.2172	0.1386	0.0000e+00
6	46.5771	7.4130	0.1349	0.0000e+00
7	52.1399	8.2983	0.1205	0.0000e+00
8	58.5001	9.3106	0.1074	0.0000e+00
9	61.5947	9.8031	0.1020	0.0000e+00
10	62.7355	9.9847	0.1002	0.0000e+00
11	64.0838	10.1993	0.0980	0.0000e+00
12	66.7037	10.6162	0.0942	0.0000e+00
13	69.0280	10.9861	0.0910	0.0000e+00
14	75.7606	12.0577	0.0829	0.0000e+00
15	80.3552	12.7889	0.0782	0.0000e+00
16	82.8547	13.1867	0.0758	0.0000e+00
17	86.9489	13.8383	0.0723	0.0000e+00
18	100.5730	16.0067	0.0625	0.0000e+00
19	103.6824	16.5016	0.0606	0.0000e+00
20	104.5445	16.6388	0.0601	0.0000e+00
21	111.9031	17.8099	0.0561	0.0000e+00
22	128.8069	20.5003	0.0488	0.0000e+00
23	143.0888	22.7733	0.0439	0.0000e+00
24	162.0620	25.7930	0.0388	0.0000e+00
25	216.6669	34.4836	0.0290	0.0000e+00
26	237.4269	37.7877	0.0265	0.0000e+00
27	262.1086	41.7159	0.0240	0.0000e+00
28	489.7288	77.9428	0.0128	0.0000e+00
29	510.5426	81.2554	0.0123	0.0000e+00
30	605.9516	96.4402	0.0104	0.0000e+00

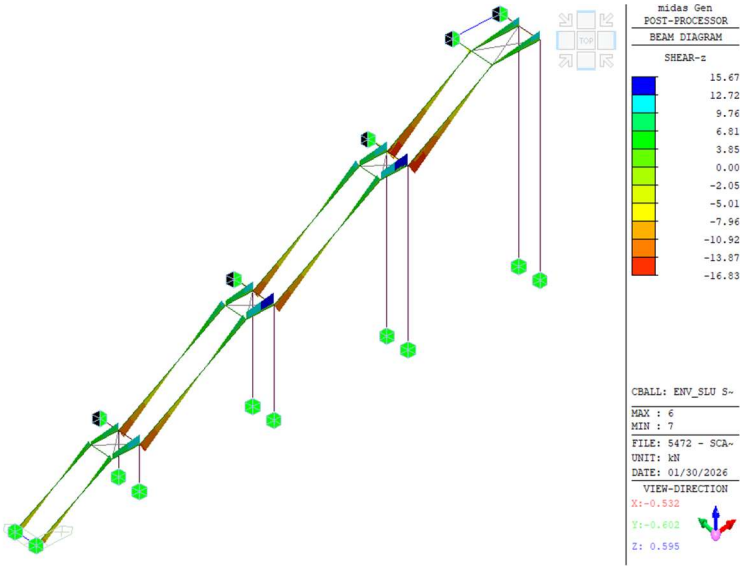
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0017	0.0017	0.1346	0.1346	0.0002	0.0002	4.3991	4.3991	0.0000	0.0000	3.7298	3.7298
2	0.0065	0.0081	20.3225	20.4571	0.0005	0.0007	0.7890	5.1881	0.0000	0.0000	3.0228	6.7525
3	0.0012	0.0093	3.0994	23.5565	0.0000	0.0007	0.0000	5.1881	0.0001	0.0001	0.1247	6.8772
4	0.0021	0.0115	1.0768	24.6333	0.0003	0.0011	0.7666	5.9548	0.0000	0.0001	1.0819	7.9591
5	0.7594	0.7708	5.8334	30.4667	0.0372	0.0382	8.6134	14.5682	0.0002	0.0004	5.8038	13.7630
6	0.4351	1.2059	2.4523	32.9190	0.0069	0.0452	3.5017	18.0699	0.0122	0.0126	2.3029	16.0659
7	6.2606	7.4665	0.0013	32.9203	3.4569	3.5021	0.0027	18.0727	5.4704	5.4830	0.0001	16.0659
8	5.1524	12.6189	11.6762	44.5965	0.3724	3.8745	12.8198	30.8924	0.0332	5.5163	18.5399	34.6059
9	36.8864	49.5053	0.0006	44.5971	2.5534	6.4279	7.3700	38.2624	0.0030	5.5192	5.9256	40.5314
10	0.0426	49.5479	2.2742	46.8713	0.0030	6.4309	0.0643	38.3267	0.0002	5.5194	4.7347	45.2661
11	0.0003	49.5482	2.7342	49.6056	0.0010	6.4319	0.0489	38.3757	0.0050	5.5244	5.9525	51.2186
12	0.6780	50.2262	0.3185	49.9241	0.2833	6.7153	0.2037	38.5794	5.4683	10.9927	0.5453	51.7639
13	2.4177	52.6439	0.0051	49.9292	0.8689	7.5842	0.2553	38.8347	7.4548	18.4475	0.1662	51.9300
14	0.1532	52.7971	0.0631	49.9922	1.0587	8.6429	0.1469	38.9816	3.6297	22.0772	0.0362	51.9663
15	0.7239	53.5210	0.0005	49.9927	0.3245	8.9674	0.0038	38.9854	0.0967	22.1739	0.0008	51.9670
16	8.3780	61.8990	0.3362	50.3289	2.6249	11.5923	0.7596	39.7449	0.0230	22.1969	0.1784	52.1454
17	0.0090	61.9080	0.0168	50.3457	0.5282	12.1206	0.4130	40.1579	0.5042	22.7011	0.5461	52.6915
18	2.7678	64.6758	0.0860	50.4317	3.0038	15.1244	0.0114	40.1693	1.7344	24.4355	0.8752	53.5668
19	0.1293	64.8051	0.0135	50.4452	0.6002	15.7246	0.0793	40.2486	0.1841	24.6196	0.1633	53.7301
20	5.0052	69.8103	3.0274	53.4725	4.5133	20.2379	0.8752	41.1238	2.4627	27.0823	0.1248	53.8549
21	2.8650	72.6753	2.3407	55.8132	1.9692	22.2071	1.4528	42.5766	1.3318	28.4141	0.0128	53.8677
22	5.6423	78.3176	3.0495	58.8627	0.0739	22.2810	0.0620	42.6386	0.2543	28.6684	1.2074	55.0751
23	0.0847	78.4023	2.9421	61.8048	0.0209	22.3019	0.0462	42.6848	0.1339	28.8023	0.0263	55.1014
24	0.9778	79.3802	0.0000	61.8048	13.1189	35.4208	0.0116	42.6964	16.9835	45.7858	0.0539	55.1553
25	0.2580	79.6382	3.9688	65.7737	1.2434	36.6642	0.6448	43.3412	1.8605	47.6462	0.4479	55.6032
26	0.0169	79.6551	3.6826	69.4563	1.9991	38.6633	2.7492	46.0904	1.2547	48.9009	1.6583	57.2615
27	7.3155	86.9705	0.0219	69.4782	13.6531	52.3164	0.0154	46.1057	4.3839	53.2848	0.0000	57.2616
28	4.5776	91.5481	1.6284	71.1066	8.1875	60.5039	0.0398	46.1456	1.7224	55.0072	0.2982	57.5598
29	3.6810	95.2291	0.3287	71.4353	29.3638	89.8676	0.1092	46.2548	1.8284	56.8356	0.2810	57.8408
30	1.4580	96.6871	10.3683	81.8036	0.0248	89.8924	1.2335	47.4883	0.0931	56.9287	2.9483	60.7891

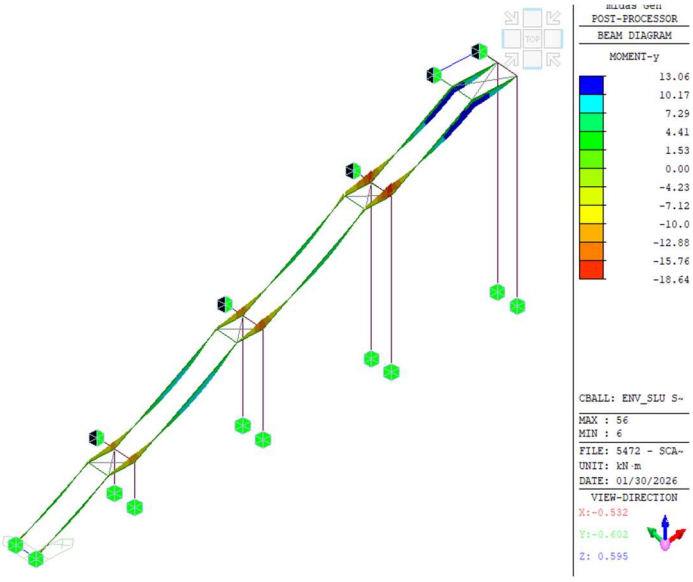
Periodi di vibrazione e masse partecipanti



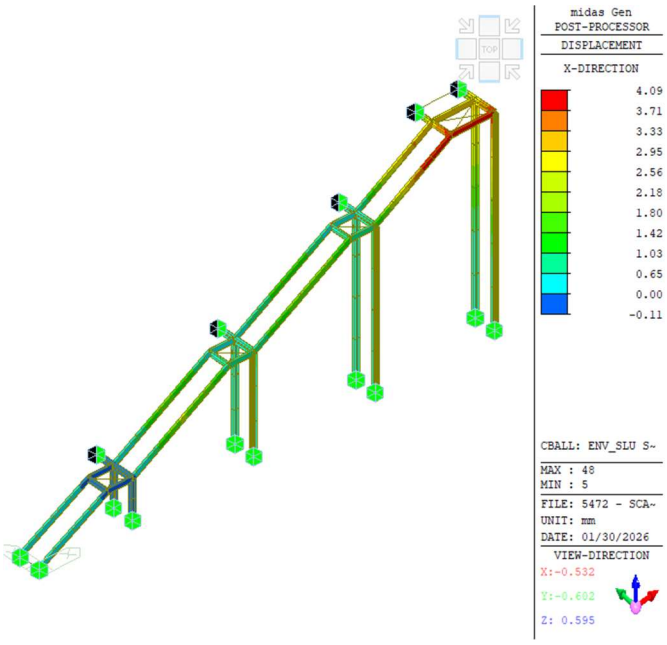
Azione assiale – Inviluppo SLU/SLV



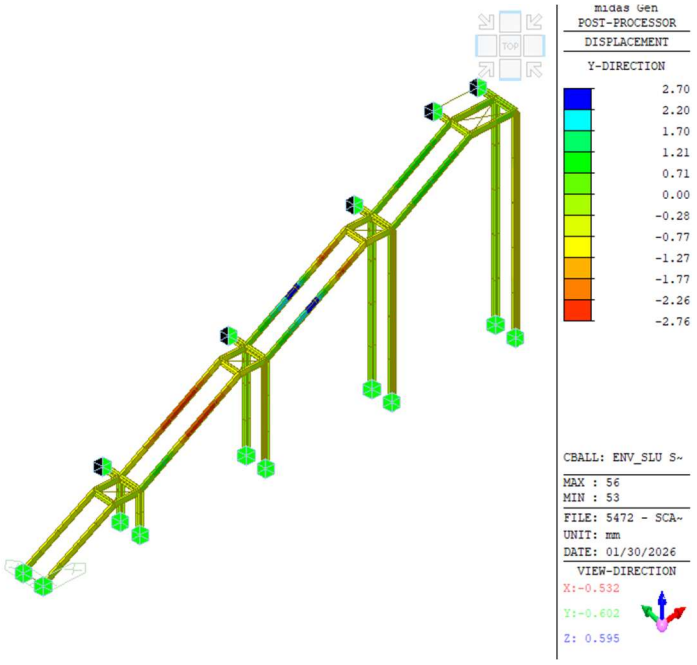
Azione di taglio – Inviluppo SLU/SLV



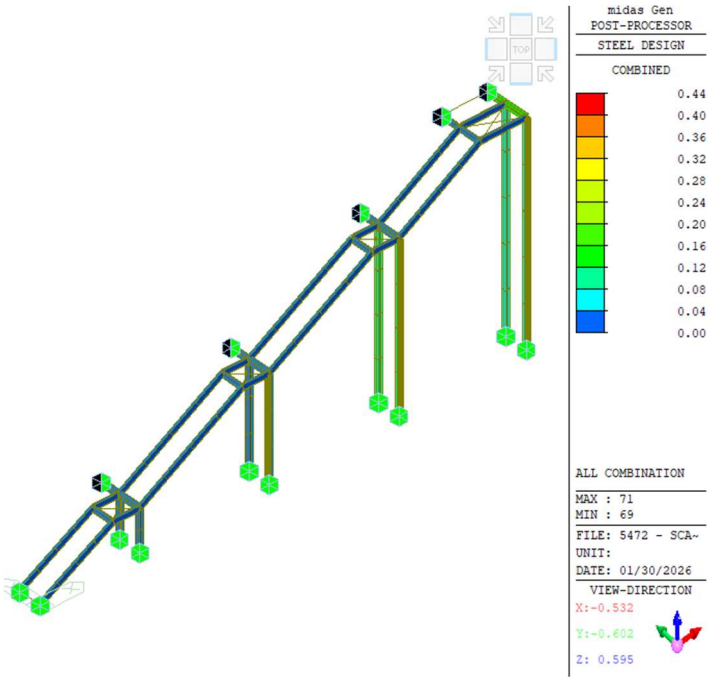
Momento flettente – Inviluppo SLU/SLV



Spostamento SLV – direzione X



Spostamento SLV – direzione Y



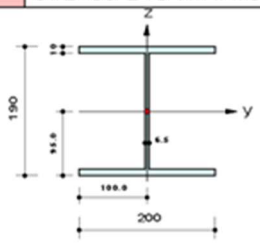
Verifica progettuale: fattore di utilizzo

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	ANTONIO	File Name	5472 - SCALA GANTRY MONORAMPA.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, mm
Member No 24
Material S355 (No:1)
(Fy = 0.35500, Es = 210.000)
Section Name HEA200 (No:1)
(Rolled : HEA200).
Member Length : 1900.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -3.0979 (LCB: 1, POS:1/2)
Bending Moments My = 997.265, Mz = 10019.0
End Moments Myi = -22.803, Myj = 1040.33 (for Lb)
Myi = -22.803, Myj = 1040.33 (for Ly)
Mzi = 176.640, Mzj = 10537.0 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 13.5833 (LCB: 1, POS:3/4)
Fzz = 5.82102 (LCB: 1, POS:J)

Depth	190.000	Web Thick	6.50000
Top F Width	200.000	Top F Thick	10.0000
Bot.F Width	200.000	Bot.F Thick	10.0000
Area	5380.00	Asz	1235.00
Qyb	31304.8	Qzb	5000.00
Iyy	36900000	Izz	13400000
Ybar	100.000	Zbar	95.0000
Wely	389000	Welz	134000
ry	82.8000	rz	49.8000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1000.00, Lz = 1000.00, Lb = 1000.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

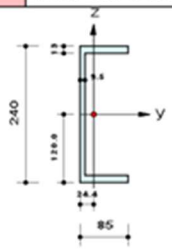
Slenderness Ratio
KL/r = 188.8 < 200.0 (Memb:39, LCB: 1)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 3.10/1818.95 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 997/ 145381 = 0.007 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 10019.0/68226.1 = 0.147 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.154 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.016 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.017 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	ANTONIO	File Name	5472 - SCALA GANTRY MONORAMPA.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System kN, mm
Member No 6
Material S355 (No:1)
(Fy = 0.35500, Es = 210.000)
Section Name UPN240 (No:2)
(Rolled : UPN240).
Member Length : 1150.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -2.9305 (LCB: 1, POS:J)
Bending Moments My = -18643, Mz = 22.5689
End Moments Myi = -4091.4, Myj = -18643 (for Lb)
Myi = -4091.4, Myj = -18643 (for Ly)
Mzi = 36.1714, Mzj = 22.5689 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 0.08715 (LCB: 3, POS:I)
Fzz = 15.6712 (LCB: 1, POS:J)

Depth	240.000	Web Thick	9.50000
Top F Width	85.0000	Top F Thick	13.0000
Bot.F Width	85.0000	Bot.F Thick	13.0000
Area	4230.00	Asz	2280.00
Qyb	18926.3	Qzb	1835.43
Iyy	36000000	Izz	2480000
Ybar	24.4124	Zbar	120.000
Wely	300000	Welz	39600.0
ry	92.2000	rz	24.2000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1150.00, Lz = 1150.00, Lb = 1150.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

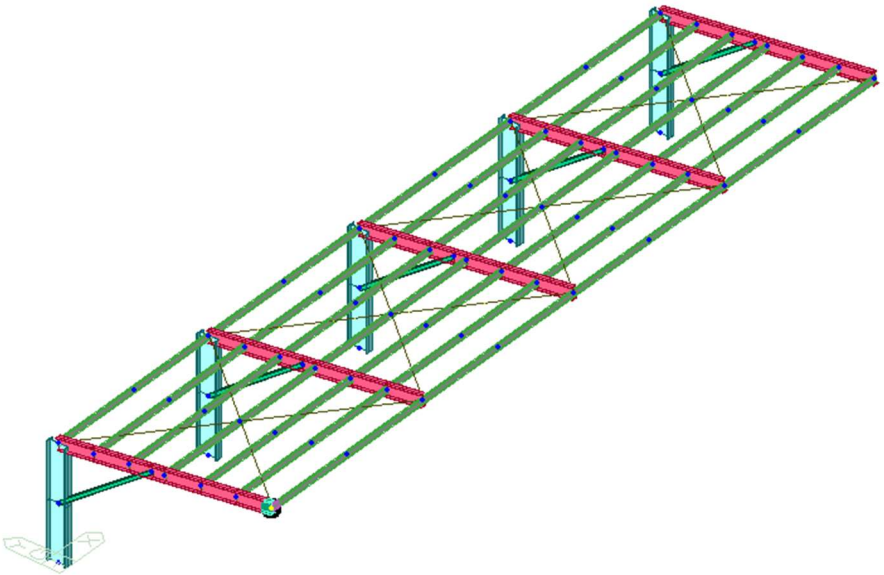
4. Checking Result

Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 2.93/1430.14 = 0.002 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 18643/ 121038 = 0.154 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 22.6/28680.1 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM)] = 0.025 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.035 < 1.000 ..... O.K

19. TETTOIA IN ACCIAIO PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La struttura è costituita da colonne incastrate alla base IPE500 (interasse massimo 5,0 m), travi principali IPE300, travi secondarie IPE140, controventi orizzontali Ø14 mm e controventi verticali SHS 100x10 mm.
Il carico variabile (neve) è pari a 1,20 kN/m².
L'azione del vento è stata valutata in base al paragrafo C3.3.8.2.1 della Circolare 7/2019;
Infine, è stata applicata una variazione termica uniforme di +/-25 °C.

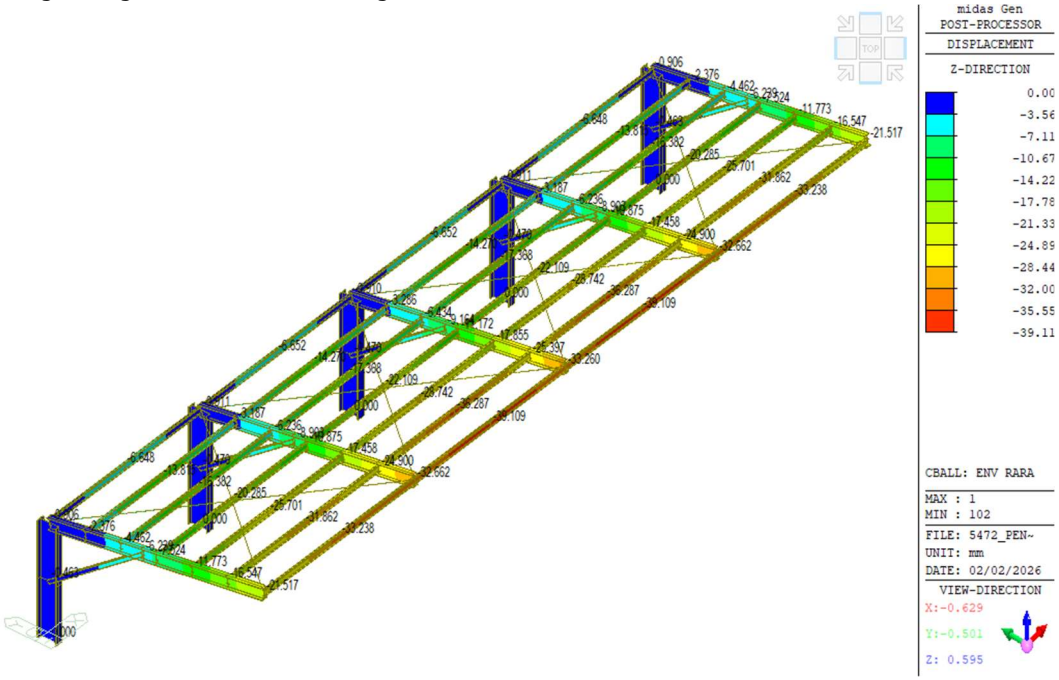
La struttura è stata analizzata utilizzando il software di calcolo FEM Midas Gen. Di seguito sono riportati i risultati e le verifiche.



Modello 3D FEM

Spostamenti

Le figure seguenti mostrano le configurazioni deformate della struttura.

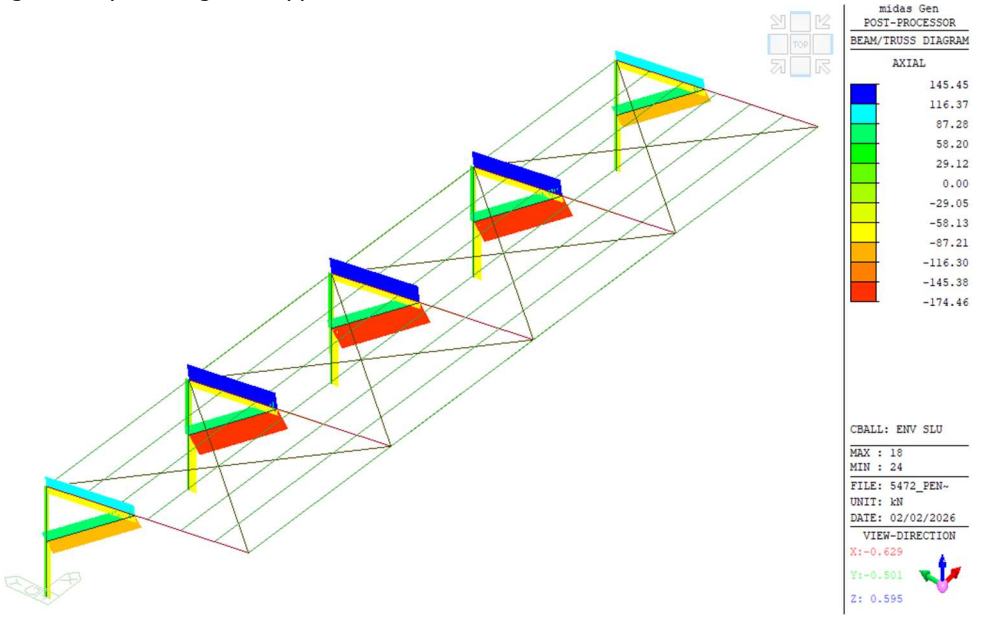


Spostamenti inviluppo in direzione Z (caratteristica))

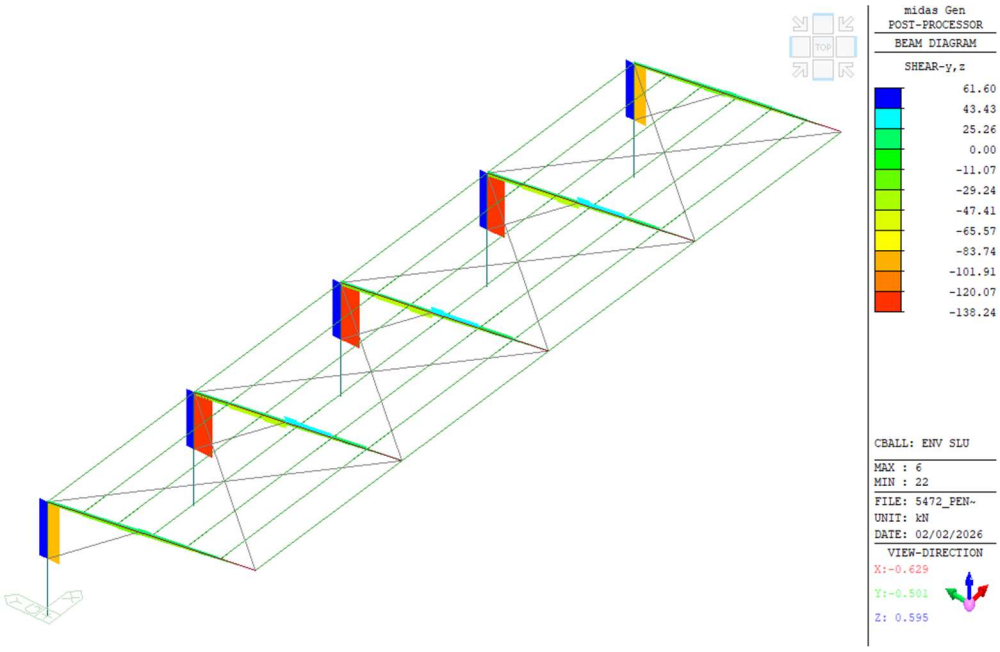
- Travi secondarie (IPE140): 5000 mm/7.11 mm = L/703 < L/200
- Travi principali (IPE300): 2·3200 mm/24.10 mm = L/265 < L/200

Forze interne SLU

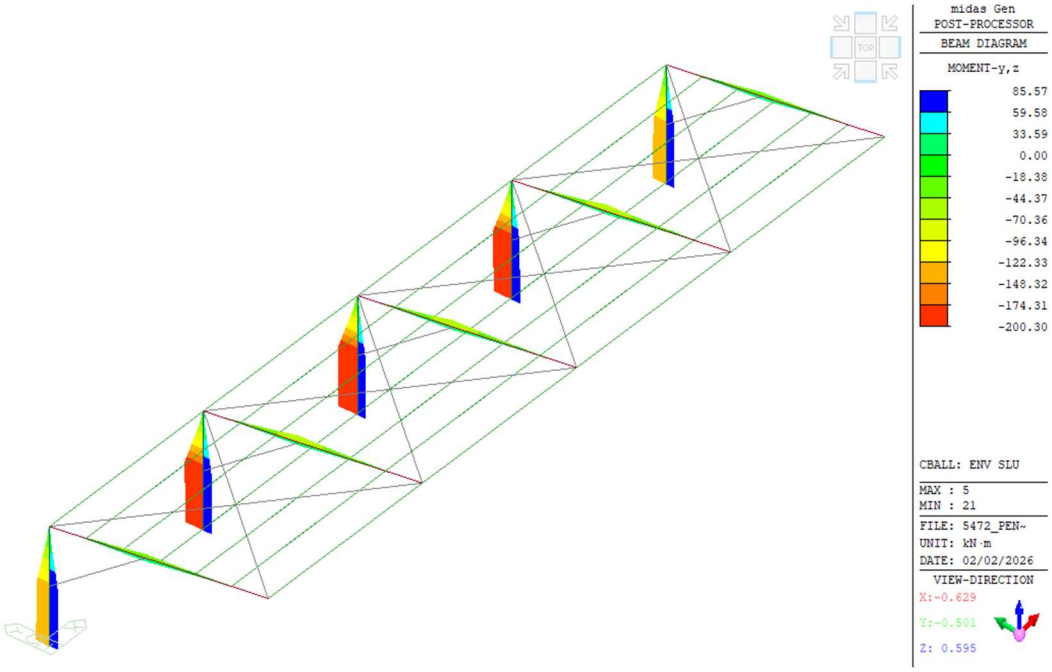
Di seguito si riportano gli inviluppi allo SLU.



Azione assiale – Inviluppo SLU



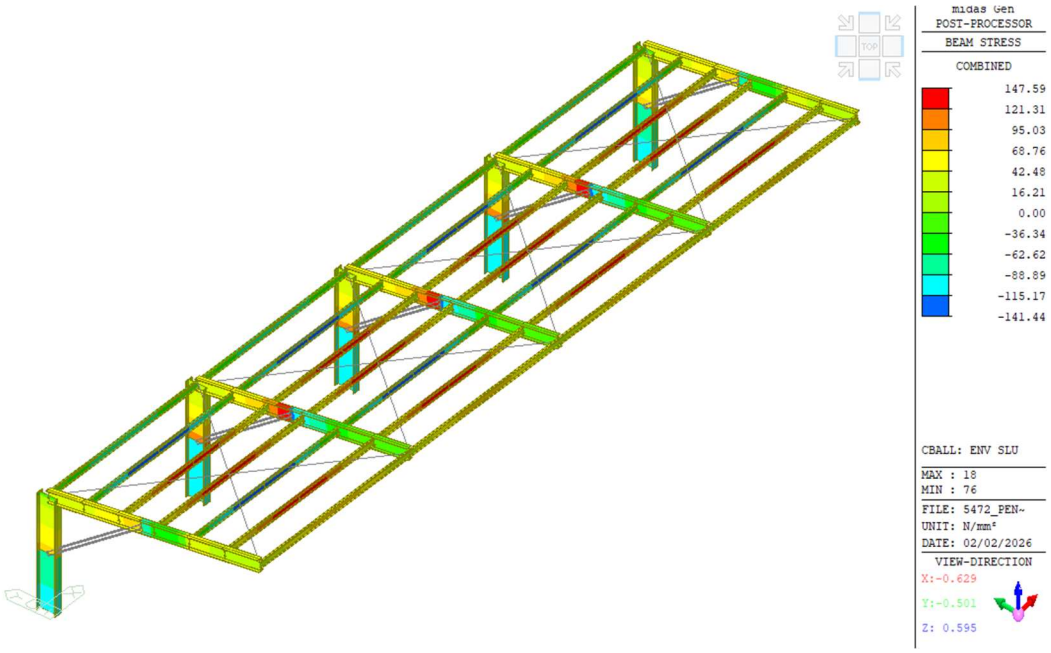
Azione di taglio - inviluppo SLU



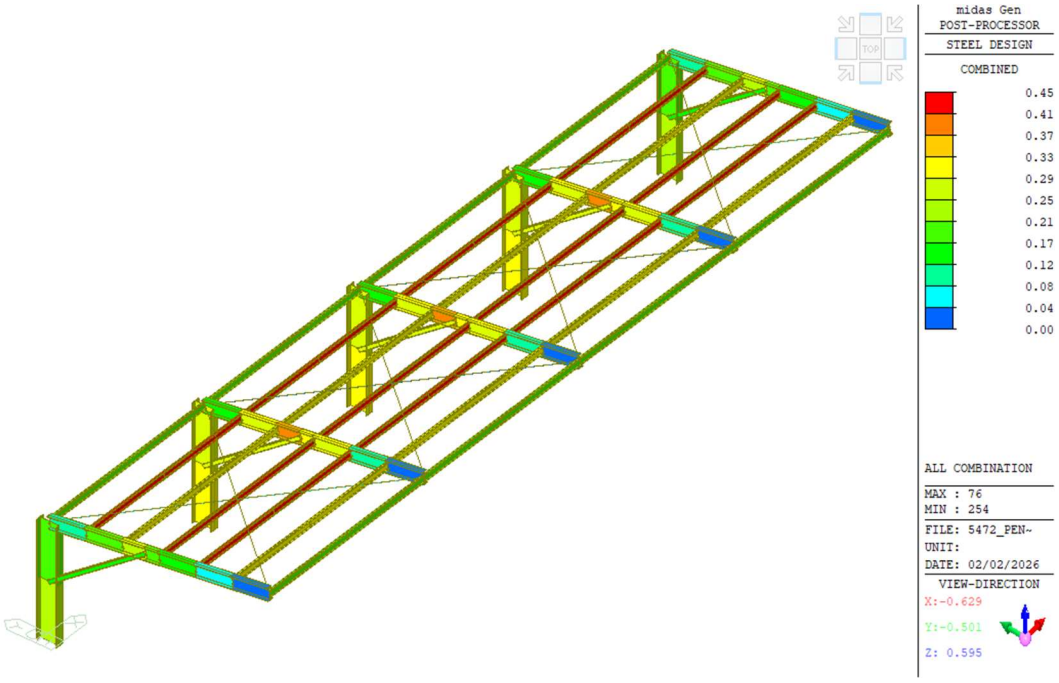
Inviluppo momento flettente SLU

Veriche

In riferimento alle combinazioni SLU, di seguito sono riportati i valori dei rapporti di resistenza e la verifica degli elementi tipologici più sollecitati.



Inviluppo di sollecitazione normale per SLU (< fyd = 338,1 MPa)



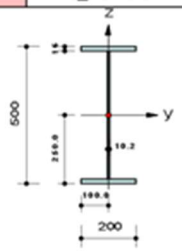
rapporto di resistenza SLU

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	sps	File Name	5472_PENSILINA AGGIORNAMENTO.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System N, mm
Member No 29
Material S355 (No:1)
(Fy = 355.000, Es = 210000)
Section Name IPE500 (No:5)
(Rolled : IPE500).
Member Length : 1500.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -72024 (LCB: 4, POS:J)
Bending Moments My = -194819830, Mz = -1045009
End Moments Myi = -187400207, Myj = -194819830 (for Ly)
Myi = -187400207, Myj = -194819830 (for Lz)
Mzi = -2090433, Mzj = -1045009 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -1119.9 (LCB: 16, POS:I)
Fzz = 4946.97 (LCB: 2, POS:I)

Depth	500.000	Web Thick	10.2000
Top F Width	200.000	Top F Thick	16.0000
Bot.F Width	200.000	Bot.F Thick	16.0000
Area	11600.0	Asz	5100.00
Qyb	103300	Qzb	5000.00
Iyy	482000000	Izz	21420000
Ybar	100.000	Zbar	250.000
Wely	1930000	Welz	214000
ry	203.357	rz	43.7375

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1500.00, Lz = 1500.00, Lb = 1500.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Result

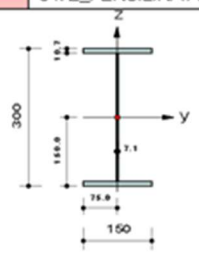
Slenderness Ratio
KL/r = 34.3 < 200.0 (Memb:29, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 72024/3921905 = 0.018 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 194819830/741780952 = 0.263 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 1045009/112305974 = 0.009 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.290 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.001 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.004 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	sps	File Name	5472_PENSILINA AGGIORNAMENTO.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System N, mm
Member No 18
Material S355 (No:1)
(Fy = 355.000, Es = 210000)
Section Name IPE300 (No:3)
(Rolled : IPE300).
Member Length : 610.000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 145451 (LCB: 3, POS:I)
Bending Moments My = -67154518, Mz = 0.00000
End Moments Myi = -67154518, Myj = -41920129 (for Lb)
Myi = -67154518, Myj = -41920129 (for Ly)
Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 16, POS:I)
Fzz = -41878 (LCB: 4, POS:I)

Depth	300.000	Web Thick	7.10000
Top F Width	150.000	Top F Thick	10.7000
Bot.F Width	150.000	Bot.F Thick	10.7000
Area	5380.00	Asz	2130.00
Qyb	42401.3	Qzb	2812.50
Iyy	83560000	Izz	6040000
Ybar	75.0000	Zbar	150.000
Wely	557000	Welz	80500.0
ry	124.169	rz	34.0840

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 610.000, Lz = 610.000, Lb = 610.000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

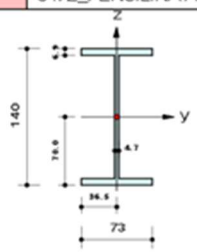
Slenderness Ratio
KL/r = 28.2 < 200.0 (Memb:1, LCB: 11)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/Nt_Rd = 145451/1818952 = 0.080 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 67154518/212323810 = 0.316 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0/41885267 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
R.max = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.396 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.084 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	sps	File Name	5472_PENSILINA AGGIORNAMENTO.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System N, mm
Member No 206
Material S355 (No:1)
(Fy = 355.000, Es = 210000)
Section Name IPE140 (No:1)
(Rolled : IPE140).
Member Length : 2500.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -233.51 (LCB: 1, POS:I)
Bending Moments My = 5799633, Mz = -815085
End Moments Myi = 5799633, Myj = 0.00000 (for Lb)
Myi = 5799633, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = -815085, Mzj = 0.00000 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -652.07 (LCB: 4, POS:J)
Fzz = 4639.71 (LCB: 4, POS:J)

Depth	140.000	Web Thick	4.70000
Top F Width	73.0000	Top F Thick	6.90000
Bot.F Width	73.0000	Bot.F Thick	6.90000
Area	1640.00	Asz	658.000
Qyb	9122.98	Qzb	666.125
Iyy	5410000	Izz	449000
Ybar	36.5000	Zbar	70.0000
Wely	77300.0	Welz	12300.0
ry	57.2883	rz	16.7390

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 2500.00, Lz = 2500.00, Lb = 2500.00
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

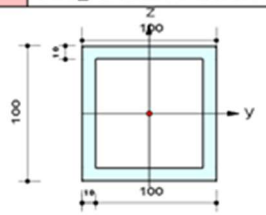
Slenderness Ratio
KL/r = 149.4 < 200.0 (Memb:206, LCB: 1)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 234/554476 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 5799633/16880997 = 0.344 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 815085/6451527 = 0.126 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.447 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.003 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.031 < 1.000 ..... O.K

midas Gen **Steel Checking Result**

Company		Project Title	
Author	sps	File Name	5472_PENSILINA AGGIORNAMENTO.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
Unit System N, mm
Member No 24
Material S355 (No:1)
(Fy = 355.000, Es = 210000)
Section Name 100x100x10 (No:4)
(Built-up Section).
Member Length : 3089.30



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -174462 (LCB: 4, POS:I)
Bending Moments My = 0.00000, Mz = 0.00000
End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 16, POS:I)
Fzz = 0.00000 (LCB: 16, POS:I)

Depth	100.000	Web Thick	10.0000
Flg Width	100.000	Top F Thick	10.0000
Web Center	90.0000	Bot.F Thick	10.0000
Area	3600.00	Asz	2000.00
Qyb	3050.00	Qzb	3050.00
Iyy	4920000	Izz	4920000
Ybar	50.0000	Zbar	50.0000
Wely	98400.0	Welz	98400.0
ry	36.9685	rz	36.9685

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 3089.30, Lz = 3089.30, Lb = 3089.30
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio
KL/r = 83.6 < 200.0 (Memb:24, LCB: 4)..... O.K
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 174462/656061 = 0.266 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 0/41247619 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 0/41247619 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
R.max = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.266 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.000 < 1.000 ..... O.K